

356571A/2

C. Jm. K

M. XII 18/m

1/11

94 MARTINE (George) DISSERTATIONS SUR LA CHALEUR, avec des observations nouvelles sur la construction et la comparaison des thermomètres. Traduite de l'Anglois par M. *** [Louis Anne Lavirotte] docteur en médecine. 12mo, **first edition**, original marbled wrappers, uncut and unopened. £1 5 0 Jean Thomas Hérissant: Paris 1751

** Quérard. *La France littéraire*, Vol. 5, p. 588. Devoted almost entirely to the causes of heat in animals.

Martine
25/-

907
cs/-

DISSERTATIONS
 SUR
 LA CHALEUR,
 AVEC
 DES OBSERVATIONS NOUVELLES
 SUR
 LA CONSTRUCTION
 ET
 LA COMPARAISON
 DES THERMOMÈTRES.

Par M. MARTINE, Docteur en Médecine,
 de la Société Royale de Londres & de celle d'E-
 dimbourg.

Traduites de l'Anglois par M. *** Docteur
 en Médecine.



A PARIS,

Chez JEAN-THOMAS HERISSANT, rue S. Jacques,
 à S. Paul & à S. Hilaire.

M. DCC. LI.

Avec Approbation & Privilège du Roi,

Qui vel caloris vires, & calorem ipsum veluti in gradus partiri, vel materiæ cui inditus est copiam quantitatemque distinctè percipere, &c.—Utinam & alii & perspicaciori præditi ingenio, & quibus in summâ tranquillitate rerum naturam perscrutari licuerit assequantur; ut homines non omnium modo scientes, sed omnium fere potentes fiant.

Bernardinus Telesius.





PRÉFACE.

LE Docteur Martine s'étoit déjà acquis par ses talens une très-grande réputation , lorsque la mort l'enleva à la fleur de son âge, dans le tems qu'il passoit en Amérique avec l'Amiral Vernon pour l'Expédition de Carthagène. On voit par les Ouvrages qu'il nous a laissés , qu'il réunissoit une sagacité singulière avec des connoissances très-étendues , & qu'on avoit lieu d'en concevoir de grandes espérances. Quoiqu'il s'appliquât à la Médecine - Pratique avec une ardeur que rien ne pouvoit ralentir , il ne laissa pas de s'adonner à l'étude de la Physique & des Mathématiques ; & il paroît qu'il y avoit fait

beaucoup de progrès. Il connoissoit parfaitement tous les avantages qu'un Médecin peut retirer de cette Etude.

M. Martine publia en 1740 un Ouvrage latin très-sçavant & très-curieux (a) sur la comparaison des Animaux semblables & sur la Chaleur animale. Peut-être qu'en se livrant un peu trop à son génie il a quelquefois tenté de soumettre au calcul des choses qui n'en étoient guères susceptibles. Dans le corps humain les moindres parties sont animées, & le principe qui donne à tout le mouvement & l'action ne paroît pas dépendre des loix mécaniques ordinaires. Cela n'empêche pas cependant qu'il n'y ait dans le livre du Docteur Anglois un grand nombre de Propositions très-

(a) *Georgii Martinii M. D. De similibus animalibus & animalium calore Libri duo. Londini impensis M. Millar propè ædem Divi Clementis in vico vulgò dicto the Strand, 1740. in 8º.*

bien établies , dont il tire des conséquences lumineuses pour l'Æconomie animale & pour la Médecine-Pratique. J'aurois rendu compte ici de son Traité de la Chaleur des Animaux, si on n'en trouvoit un bon Extrait fait par lui-même , dans le III^{me} volume des Essais & Observations de Médecine de la Société d'Edimbourg, pag. 169 de la traduction Françoisse de M. Demours.

M. Martine fit aussi imprimer la même année un Ouvrage Anglois (b) qui contient différens Essais de Physique & de Médecine. L'Auteur y traite d'abord des périodes & des Crises des maladies, suivant les principes d'Hippocrate & de la plûpart des anciens Médecins ; & on peut dire que c'est un des meil-

(b) *Essays Medical and Philosophical, by George Martine, M. D. London Printed for A. Millar over against S. Clements Church in the Strand. 1740. in-8o.*

leurs Ouvrages que nous ayons sur cette matiere. La doctrine d'Hippocrate à ce sujet , n'auroit pas trouvé de nos jours tant d'opposition , si , à son exemple, on eut pris la peine de suivre exactement tous les Phénomènes des maladies. Il est certain que la Médecine doit être principalement fondée sur l'observation , & que la plûpart des Hypothèses & des Théories particulieres ne font souvent que retarder les progrès de cette science. Il y a long-tems que les Auteurs les plus célèbres ont fait cette remarque. Mais on ne se rend habile dans l'Histoire des maladies qu'à force de travail , de fatigues , de soins , au lieu qu'il est souvent facile & toujours agréable de former des systêmes & de paroître tout expliquer. C'est une espece de satisfaction pour l'amour-propre. On devroit cependant faire attention qu'en Médecine il n'y a pas encore

assez de *Données* pour nous mettre en droit de construire des systèmes.

M. Martine traite ensuite de l'action des médicamens purgatifs : & il montre que si on s'en rapporte aux faits & aux expériences , on sera bien éloigné de penser que tous ces remèdes agissent indistinctement sans aucun choix , & qu'ils ne diffèrent entr'eux que par les degrés d'irritation qu'ils causent. Il croit au contraire que presque tous les médicamens pris à part ont quelques vertus particulieres & spécifiques qui les distinguent des autres de la même classe. Ces deux Ouvrages sur les Crises & sur l'action des Purgatifs ont été traduits en François & insérés dans le VII^{me} volume des Essais & Observations de Médecine de la Société d'Edimbourg. On trouve aussi dans ce même Recueil plusieurs Mémoires de notre Auteur sur diffé-

rens fujets ; comme par exemple sur les mouvemens alternatifs de la poitrine & des poulmons dans la respiration (c), sur la section des nerfs récurrents (d), &c. Mais le plus curieux de tous & le plus étendu est celui qui concerne l'analyse du sang humain (e).

Je donne ici la Traduction de quatre Essais de Physique qui se trouvent dans le même volume Anglois, à la suite de deux où il est question des Crises & de l'action des Purgatifs. Ils méritoient certainement d'être connus en France. L'auteur y traite principalement de la mesure des degrés de chaleur, sujet important & auquel on ne paroît pas avoir fait assez d'attention. Sans cela nos idées de la chaleur & de ses effets sur les corps

(c) Essais de Méd. de la Soc. d'Edinb. Tom. I. Art. XII. p. 187. de la Traduct. Française.

(d) *Ibid.* Tom. II. Art. VIII. p. 138.

(e) *Ibid.* Tom. II. art. VII. p. 79.

ne peuvent être que fort imparfaites.

Dans la premiere Dissertation où il s'agit de la construction des Thermomètres, M. Martine indique les défauts de la plûpart de ces instrumens, & il donne des moyens pour les éviter. Il apprend aussi à en faire la graduation de la maniere la plus exacte.

L'Auteur fait remarquer dans la seconde l'incertitude de la plûpart des observations sur les différens degrés de chaleur, à cause de la maniere vague & indéterminée dont les Thermomètres étoient construits. Cependant, afin qu'on puisse tirer quelques lumieres de ces Observations, il recherche avec beaucoup de sagacité les principes sur lesquels ces instrumens ont été gradués, & il en rapporte les degrés à ceux du Thermomètre de Fahrenheit qu'il adopte, & dont il voudroit qu'on se servît comme d'une mesure commune pour déterminer

x P R É F A C E.

les degrés de chaleur. On verra même tous les différens Thermomètres les plus connus gravés sur une planche, afin que du premier coup d'œil on puisse en appercevoir le rapport avec celui de Fahrenheit. Cette Table de comparaisons est la plus exacte qu'on ait faite jusqu'ici. C'est le jugement qu'en porte M. de Mairan qui l'a vérifiée (*f*) avec les Thermomètres de M^{rs} de Réaumur, Amontons, Hauksbée & Fahrenheit; & tout le monde sçait de quel poids est cette même Table. Une pareille décision peut tenir lieu d'un Thermomètre universel, dont la plûpart des Physiciens ont reconnu les avantages sans avoir cherché à les procurer.

M. Martine examine dans sa troisième Dissertation les loix suivant lesquelles les corps s'échauf-

(*f*) Voyez sa Dissertation sur la Glace, Edition de l'Impr. Royale, p. 207.

fent & se refroidissent. Il fait voir à cette occasion combien on risque de se tromper en Physique lorsqu'on établit des regles dont on ne s'est pas assuré par l'expérience.

La quatrième Differtation sur les différens degrés de chaleur des corps est remplie d'expériences & de réflexions ingénieuses qui pourront donner matiere à en faire beaucoup d'autres, car ce sujet est inépuisable. Il paroît cependant que c'est là le seul moyen de découvrir la nature & les effets de la chaleur & du froid, si nous pouvons jamais y parvenir.

Tout le monde sçait que la plupart des animaux ont en eux un principe de chaleur, & que leur température surpasse toujours celle du milieu qui les environne. Mais la difficulté est de déterminer en quoi consiste ce principe, ou d'assigner la cause d'une chaleur si constante. Parmi les différentes expli-

cations qu'on a données de ce Phénomène , celle du Docteur Douglas (g) peut passer pour une des plus ingénieuses , & c'est ce qui m'a déterminé à la faire imprimer ici. L'Auteur ne la regarde pas comme une Hypothèse , mais comme une Théorie fondée sur l'expérience & l'observation. Il a suivi dans sa Dissertation un ordre assés lumineux. Il examine d'abord les principaux Phénomènes de la chaleur animale ; & à l'aide de quelques observations générales , il tâche de remonter jusqu'à la cause. Après l'avoir ainsi découverte il la regarde comme un principe d'où il déduit l'explication de tous les autres Phénomènes , en faisant voir en même-tems la difficulté ou l'impos-

(g) *An Essay concerning the Generation of Heat in animals. By Robert Douglas , M. D. London Printed for R. Dodsley at Tully's head in Pall-Mall and sold by M. Cooper at the Globe in Patern-Noster Row. 1747. in 8o.*

sibilité d'en donner la solution dans les Hypothèses ordinaires.

On trouvera aussi à la suite de cet Essai un Mémoire du Docteur Mortimer, l'un des Secrétaires de la Société Royale de Londres, sur la cause de la Chaleur naturelle des Animaux. Il a traité cette question d'une manière toute différente de celle du Docteur Douglas. J'y joins encore un autre Mémoire de M. Rolli qui a trait au précédent. Ils sont tirés l'un & l'autre des Transactions Philosophiques. On y voit des accidens singuliers qu'on ne peut guères attribuer qu'à un excès de la chaleur animale, & qui paroissent à M. Mortimer très-propres à confirmer son Hypothèse.





T A B L E

De ce qui est contenu dans ce Volume.

D issertation I. <i>De la construction & de la graduation des Thermomètres.</i>	Page 1
Dissertation II. <i>De la comparaison des differens Thermomètres.</i>	48
Dissertation III. <i>Sur l'échauffement & le refroidissement des corps.</i>	67
Dissertation IV. <i>Essai sur l'Histoire Naturelle & Expérimentale des différens degrés de chaleur des corps.</i>	115
Art. I. <i>De la maniere de calculer les différens degrés de chaleur.</i>	117
Art. II. <i>De la chaleur de l'air.</i>	136
Art. III. <i>De la chaleur respective du Soleil, de la Terre, des Planetes & des Cometes.</i>	152
Art. IV. <i>Des degrés de chaleur des animaux.</i>	177
Art. V. <i>Des degrés de chaleur contre-nature des animaux.</i>	191
Art. VI. <i>De la chaleur des eaux, des</i>	

T A B L E. xv

<i>huiles & des sels dans leur état de fluidité & dans celui de consistance.</i>	202
Art. VII. <i>Des chaleurs qui font rougir & fondre les métaux & les minéraux.</i>	217
Art. VIII. <i>Des chaleurs qui font bouillir les liquides & les corps fondus.</i>	232
Essai sur la génération de la chaleur des animaux.	241
Définitions.	243
Observations.	247
Phénomènes.	251
Lemme I. <i>La chaleur d'un animal n'est pas produite par le frottement mutuel des fluides & des solides.</i>	256
Lemme II. <i>La génération de la chaleur animale n'est pas l'effet d'un mouvement intestin du sang.</i>	259
Lemme III. <i>La chaleur d'un animal n'est pas produite par le frottement mutuel de ses solides les uns sur les autres, à l'exception de celui des globules contre les parois des vaisseaux capillaires.</i>	262
Lemme IV. <i>Les quantités de frottement des globules dans les capillaires d'un animal sont proportionnelles aux degrés de sa chaleur innée.</i>	263

<i>Théorème. La chaleur animale est produite par le frottement des globules du sang dans les vaisseaux capillaires.</i>	269
<i>Section I. Du relâchement & du resserrement des vaisseaux capillaires, respectivement à la production de la chaleur.</i>	272
<i>Section II. De la génération de la chaleur respectivement aux différentes grandeurs des animaux.</i>	279
<i>Section III. Des Phénomènes de la chaleur animale dans les différentes parties du corps.</i>	294
<i>Section IV. Des différens degrés de chaleur innée dans les animaux.</i>	305
<i>Section V. Des Phénomènes contre-nature de la chaleur animale.</i>	315
<i>Section VI. Des limites de la chaleur animale.</i>	320
<i>Section VII. De nos sensations de chaleur & de froid.</i>	326
<i>Scholie général.</i>	331
<i>Dissertation de M. Cromwell Mortimer D. M. Secrétaire de la Société Royale de Londres, sur la cause de la chaleur naturelle des animaux.</i>	339
<i>Mémoire de M. Rolli membre de la même Société.</i>	352

OBSERVATIONS



OBSERVATIONS
SUR
LA CONSTRUCTION
ET
LA GRADUATION
DES
THERMOMETRES.



N ne peut trop admirer l'ingénieuse invention des Thermomètres , qui nous met en état de juger des différens degrés de chaleur des corps. Mon dessein n'est pas de déterminer ici à qui nous sommes redevables de cette grande découverte : Si c'est à Sanctorius, à Galilée , au Pere Paul , ou à Drebbel. Ils ont chacun un cer-

tain nombre de partisans qui leur en attribuent tout l'honneur (a).

Les Thermomètres eurent d'abord le sort de toutes les nouvelles inventions. Ce n'étoient que des machines grossieres & imparfaites ; & ils étoient

(a) Cette invention est attribuée à Drebbel par ses Compatriotes, Boerhaave [*Chym. Tom. I. p. 152. 156.*] & Musschenbroek [*Tentam. Experim. Acad. del cimento. addit. p. 8. Essays de Physique §. 946.*] Fulgenzio [*vie du Pere Paul, p. 158.*] en fait l'honneur à son maître le Pere Paul Sarpi, ce grand oracle de la République de Venise. Il est vrai qu'on avoit alors la manie d'attribuer à cet homme célèbre presque toutes les découvertes curieuses de son siècle. Vincenzo Viviani [*vie de Galilée p. 67*] parle de Galilée comme inventeur des Thermomètres. Mais on sçait jusqu'à quel point il portoit la vénération pour la mémoire de son illustre maître. [*Voyés Hist. de l'Acad. des Sciences. 1703. p. 169, 175, 176, 180.*] Ce n'est qu'après leur mort qu'on a attribué à ces sçavans la gloire de cette invention. Mais Sanctorius [*Comm. in Galen. Art. Med. p. 736, 842. Comm. in Avicenn. Can. Fen. 1. p. 12, 78, 219*] s'en déclare lui-même l'inventeur. Borelli [*De mot. animal. II. prop. 175.*] & Malpighi [*Oper. Posth. p. 30.*] s'attribuent aussi chacun le merite de cette découverte. Et les Académiciens de Florence ne doivent pas être soupçonnés de partialité en faveur d'un sçavant de l'Ecole de Padoue.

si mal construits, qu'ils ne pouvoient pas encore être appliqués à la plupart des usages auxquels ils ont servi dans la suite. Comme les différens degrés de chaleur étoient marqués dans ces instrumens par la condensation & la raréfaction de l'air, on trouva dans la suite qu'ils étoient fort incertains, & qu'ils occasionnoient souvent de grandes erreurs dans la mesure de la chaleur; le volume d'air étant non-seulement affecté par la différence de la chaleur, mais aussi par la différence des poids de l'atmosphère (b).

2. (c) Ferdinand II. Grand-Duc de Toscane, ou les Académiciens de Florence sous sa protection, se sont fort appliqués à perfectionner ces machines, aussi utiles que curieuses. Ils les firent avec de l'esprit de vin contenu dans des tuyaux de verre fermés hermétiquement; de sorte qu'elles ne pouvoient recevoir aucune altération soit par l'évaporation de la liqueur, soit par la différente gravité de l'atmosphère. Ce sont des Thermomètres construits se-

(b) Boyle *Exper. on cold. abr.* 1. p. 577.

(c) Vivian. *Vita del Galiléo*, p. 67.

lon cette méthode , dont M. Boyle introduisit l'usage (*d*) , & qui furent bientôt universellement reçus dans tous les différens pays , où les Sciences & la Philosophie étoient cultivées.

3. On ne tira pas alors de ces instrumens tous les avantages dont ils étoient susceptibles. Nous avons un grand nombre d'observations faites avec des Thermomètres particuliers en différens tems & en différens lieux. Mais ils n'étoient construits suivant aucune échelle déterminée. Ceux même de Florence , dont le plus haut degré étoit fixé suivant la plus grande chaleur du Soleil en cette contrée , se trouvoient par-là trop vagues & trop indéterminés. Et dans d'autres lieux chaque artiste les faisoit à sa maniere , & suivant ses idées particulières ; sans fixer ses nombres à aucuns degrés de chaleur connus & déterminés. Enforte qu'on ne pouvoit les comparer les uns aux autres , avec quelque degré de certitude & de justesse , non plus que les observations faites par différentes per-

(*d*) Boyle, *Exp. on cold*, abr. I. p. 582.

sonnes , & dans différentes parties du monde. C'est ce qui nous met encore hors d'état de pouvoir déterminer les différences relatives de chaleur & de froid dans différens climats & le résultat de plusieurs autres Expériences, malgré le grand nombre d'observations météorologiques qui ont été publiées par divers Auteurs.

4. Si les Thermomètres avoient été construits par-tout , suivant une Echelle déterminée , on auroit prévenu tous ces inconvéniens & toutes ces incertitudes , qui maintenant sont inévitables , & continueront toujours de l'être , jusqu'à ce qu'on soit convenu de graduer tous les Thermomètres de la même manière ; ou au moins , jusqu'à ce qu'on ait déterminé quelques degrés de chaleur fixes & invariables, auxquels toutes les différentes échelles de ces instrumens puissent être réduites.

5. Le grand Boyle lui-même (e) se trouva hors d'état de donner une mesure déterminée de la chaleur & du

(e) *Exp. on cold* , abr. 1. p. 579.

froid : les instrumens communs ne lui apprenant que la chaleur & le froid relatifs des corps , mais le laissant dans l'incertitude sur leurs degrés positifs. Les Thermomètres étoient alors si variables & si indéterminés, qu'il paroîtoit moralement impossible d'établir par leur moyen une mesure de la chaleur & du froid comme nous en avons du tems, de la distance , du poids , &c. On n'avoit pensé alors à aucune méthode pour comparer ensemble deux Thermomètres différens , ou les observations faites avec ces instrumens. Comme les corps sont diversement affectés dans différentes chaleurs , éprouvant régulièrement tels ou tels changemens à tels ou tels degrés de chaleur , il paroît que la meilleure méthode pour construire les Thermomètres d'une manière fixe , seroit d'observer quelque changement considérable qui arrive à un corps dans un certain degré de chaleur. En conséquence , M. Boyle propose le point de congélation de l'huile essentielle de semence d'anis , comme un terme de chaleur & de froid qui pourroit servir à construire

& à éprouver les Thermomètres ; enforte qu'on les gradueroit depuis ce point , suivant les dilatations ou les condensations proportionnelles de la liqueur renfermée dans le tube. Il fit aussi mention du degré de froid nécessaire pour commencer la congélation de l'eau distillée , comme un autre terme fixe qui pourroit être employé : car il étoit persuadé que parmi les différentes especes d'eaux communes, il y en avoit quelques-unes qui se geloient plus aisément que d'autres. Mais les objections qu'il prévint qu'on pourroit faire contre cette méthode , le rebuterent tellement , qu'il ne poussa pas plus loin ses recherches sur cette matiere. Il est surprenant qu'un homme de son génie & de sa dextérité, & qui étoit si capable de réussir, n'ait pas été plus avant , d'autant plus qu'il n'ignoroit pas que cette graduation fixe des Thermomètres étoit de la dernière importance pour l'avancement de la Physique.

6. Le sçavant & ingénieux Docteur Halley (f) s'apperçut bien aussi des

(f) *Philos. Trans. abr.* 11. p. 36.

mauvais effets de cette maniere indéterminée de construire les Thermomètres ; & il desiroit fort qu'on se servît de quelques points fixes pour obvier à ces inconvéniens. Il rejetta , avec M. Boyle , les congélations des liqueurs , qu'il regardoit comme des points de chaleur , qui ne pouvoient être déterminés avec assez de précision. Et ce sur quoi il vouloit qu'on fit le plus de fondement , c'étoit le degré de température , tel qu'on l'observe dans des lieux souterrains , où la chaleur en été & le froid en hyver , ne peuvent avoir aucune influence.

M. Boyle a trouvé , par exemple , que dans une caverne sur les bords de la mer à 130 pieds de profondeur , avec 80 pieds de terre par-dessus , la liqueur du Thermomètre étoit à la même hauteur en été qu'en hyver. Et MM. Mariotte , De la Hire & Maraldi nous assurent que dans les caves de l'Observatoire Royal de Paris , la chaleur est toujours la même , sans qu'il y ait presque aucune altération dans les jours d'été les plus ardens , & dans les plus grands froids de l'hyver.

Mais malgré l'autorité du Docteur Halley , je ne crois pas que ce degré de température soit un terme fort convenable pour la construction universelle des Thermomètres. Tout le monde ne peut pas aller à la grotte de M. Boyle : & il n'y a que peu de personnes qui aient la commodité de faire des Observations , & de construire des Thermomètres dans les caves de l'Observatoire de Paris. D'ailleurs on n'est pas sûr que les puits profonds se trouvent précisément dans la même température que ces lieux. La différence des terrains & des profondeurs pourroit occasionner une variation considérable.

7. Un autre terme de chaleur , dont le Docteur Halley croyoit qu'on pourroit se servir pour une graduation générale des Thermomètres , est celui de l'ébullition de l'esprit de vin. « Il » faut seulement observer , que l'esprit » de vin qu'on mettra en usage soit bien » rectifié ; car autrement cette liqueur » bouilliroit plutôt ou plus tard , & il » n'y auroit plus d'exactitude. » Il objecte aussi qu'il est très disposé à s'éva-

porer, & qu'à la suite du tems, il s'affoiblit, & perd peu à peu une partie de la propriété qu'il a de se raréfier aisément. Mais cette dernière objection, quoique répétée d'après le Docteur Halley par plusieurs personnes qui y insistent beaucoup, ne paroît pas être de grand poids. De l'esprit de vin bien rectifié, renfermé dans un tube scellé hermétiquement, est presque inaltérable. Il ne peut alors s'évaporer : & on a trouvé après une expérience de plusieurs années, que sa force d'expansion s'étoit conservée la même, comme nous l'apprenons particulièrement par les Observations météorologiques faites à l'Observatoire Royal pendant environ soixante ans, avec le Thermomètre à esprit de vin de M. de la Hire.

8. Un terme de chaleur beaucoup plus constant, quoique le Docteur Halley y insiste moins, est celui de l'eau bouillante. Il trouva que c'étoit un degré de chaleur fixe & déterminé, (g) & que dès que l'eau l'avoit une

(g) *Phil. Transf. abr.* 11. p. 34. Voyez aussi Amontons, *Mem. de l'Acad. des Scienc.* 1699. p. 156. 1702. p. 210.

fois acquis , la chaleur ne pouvoit plus augmenter dans quel espace de tems que ce fut. Le Chevalier Newton & M. Amontons se sont fondés avec raison sur ce point de chaleur, pour déterminer la graduation de leurs Thermomètres : en quoi ils ont été suivis par tous ceux qui sont venus après eux.

9. Quoique j'aie eu peine à trouver aucune variation sensible dans des eaux très-différentes en poids , en salûre , en pureté , &c. en sorte que les objections de M. Taglini (*h*) contre la stabilité de ce point ne sont d'aucune force ; cependant cette chaleur de l'eau bouillante n'est pas en tous tems & en tous lieux aussi fixe & aussi invariable qu'on seroit d'abord porté à le conclure des Expériences du Docteur Halley & de M. Amontons. La *fixité* ou la volatilité de l'eau dépend non-seulement de la cohérence de ses particules, mais aussi de la pression de l'atmosphère environnante (*i*). Car dans un vaisseau épuisé d'air , l'eau & les autres li-

(*h*) Mem. de l'Acad. des Sc. 1730. p. 714.

(*i*) Voyez Boyle , *Physico-Mech. Exp. abr.* 11. p. 473 , 474. Newton *Opt.* p. 318.

queurs, étant délivrées de la plus grande partie de la pression qu'elles éprouvent ordinairement, bouillent à un degré de chaleur peu considérable & fort au-dessous de celui qui est nécessaire pour qu'elle bouille en plein air. Et suivant ce principe, Fahrenheit a trouvé (l) que l'eau étoit susceptible d'un degré de chaleur plus ou moins grand suivant le poids plus ou moins considérable de l'atmosphère, ou le plus & le moins de hauteur du Mercure dans le Baromètre. Mais dans les changemens de tems ordinaires, la différence n'est pas fort grande (m).

(l) *Phil. Transf. abr. VI, 2. p. 18.* Boerh. *Chem. I. p. 171.*

(m) Elle n'est pas si grande que le prétend Boerhaave, en parlant des Observations de Fahrenheit [*Chem. tom. I. p. 171*] Il dit que dans une variation de trois pouces de la hauteur du Mercure dans le Baromètre, la chaleur de l'eau bouillante diffère de 8 ou 9 degrés; je n'ai pas trouvé qu'elle éprouvât une si grande variation en conséquence des différens poids de l'atmosphère. Je juge par les expériences que j'ai faites, que l'élévation ou l'abaissement du Mercure d'un pouce dans le Baromètre fait varier la chaleur de l'eau bouillante un peu moins que de deux degrés.

Nous pouvons cependant éviter toutes les erreurs de ce genre , si nous faisons nos observations à la chaleur de l'eau bouillante , dans un état moyen de l'atmosphère , dans des endroits qui approchent du niveau de la mer , le Mercure se soutenant dans le Baromètre à 30 pouces ou fort peu au-dessous. Il sera nécessaire d'avoir la même précaution pour juger de la chaleur de l'esprit de vin bouillant , ou de celle de toute autre liqueur en ébullition.

10. C'est principalement sur ce principe du degré déterminé de la chaleur de l'eau bouillante que M. Amontons (*n*) construisit son Thermomètre universel. C'est à la vérité une très-belle invention ; mais elle n'a jamais été , & même ne peut pas être d'un usage universel , ni répondre au dessein de son ingénieux Auteur. Sa construction est trop difficile & trop composée ; la machine est trop embarrassante & d'un trop gros volume , pour qu'on puisse s'en servir commodément , & la transporter d'un lieu à un autre.

(*n*) Mémoires de l'Acad. des Sciences. 1702.
p. 204. Sc.

Ce Thermomètre est supposé construit dans un air bien tempéré, tel qu'on l'observe à Paris en été & en Automne. Mais, outre que ce degré de chaleur est par lui-même trop indéterminé, on ne pourroit manquer de se tromper souvent dans des tems & des lieux différens. Il estima que l'air de cette température se dilatoit précisément d'un tiers par la chaleur de l'eau bouillante. Mais la raréfaction de l'air n'est pas si régulièrement proportionnelle à sa chaleur, ni si uniforme dans une chaleur donnée, qu'il le supposoit. Cela dépend beaucoup de l'humidité. Car l'air (o) sec ne se dilate pas à une chaleur donnée à beaucoup près autant que l'air chargé de particules aqueuses, lesquelles étant changées en vapeurs, augmentent considérablement le volume apparent de l'air. Le Thermomètre de M. Amontons étant donc sujet à ces inconvéniens (p) & à

(o) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1708. p. 15
Mem. p. 370. Musschenbr. *Essais de Physique*,
§. 1402.

(p) Voyez M. de Reaumur dans les Mem.
de l'Acad. 1730. p. 654.

SUR LES THERMOMÈTRES. 15
plusieurs autres, il n'est pas étonnant
que peu de personnes l'aient imité, &
qu'il ne soit pas devenu d'un usage uni-
versel.

11. Ce point déterminé de la cha-
leur de l'eau bouillante pourroit ce-
pendant servir de fondement à une
méthode générale pour construire tous
les Thermomètres uniformement ,
enforte qu'ils correspondissent les uns
avec les autres dans leurs différens
degrés de chaleur. Il s'agiroit, comme
M. Boyle l'a proposé il y a long-tems ,
(q) de marquer les degrés de raréfa-
ction ou de condensation de la liqueur
du Thermomètre , à mesure que la
chaleur seroit plus grande ou moindre
que celle de l'eau bouillante. Suppo-
sant, par exemple , que tout le volume
de cette liqueur soit divisé en 10000
parties , il faudroit marquer sur le tu-
be , lorsque ce volume seroit raréfié
par la chaleur ou condensé par le froid
de 1 , 2 , 3 , 4 , &c. de ces parties. Ce
qui peut se faire en tout tems par dif-
férentes personnes & en différens lieux,

(q) *Exp. on cold , Abr. I. p. 579.*

enforte que tous ces Thermomètres se correspondroient exactement.

12. Cette méthode est très-plausible & elle a été mise en usage par quelques Physiciens , comme nous aurons occasion de le voir dans la suite. Cependant il n'est pas fort aisé dans la pratique , de déterminer exactement toutes les divisions par la variation du volume de la liqueur , outre plusieurs autres inconvéniens inévitables , dont nous aurons bientôt occasion de parler. Il fera beaucoup plus aisé & plus avantageux , pour établir une méthode universelle sur la construction des Thermomètres , de déterminer au moins deux points fixes de chaleur à une distance considérable l'un de l'autre , & de diviser sur le tube ou sur l'échelle l'espace intermédiaire en un nombre égal de parties ou de degrés. L'eau bouillante avec les circonstances dont nous avons parlé , donne un degré de chaleur fixe & uniforme. Et le point de la congélation de l'eau , s'il étoit toujours le même , répondroit à notre dessein plus avantageusement qu'aucun autre degré.

13. Il est vrai que le Docteur Halley (r) pensoit que ce point étoit susceptible d'une variation considérable. D'autres ont aussi soupçonné que l'eau se geloit à différens degrés de chaleur, dans des saisons, des climats & des contrées différentes. Les observations du Docteur Cyrilli (s) paroïtroient confirmer cette idée. Il a trouvé que l'eau se geloit à Naples tandis que son Thermomètre qui avoit été construit en Angleterre à la maniere de la Société Royale, étoit de dix degrés au-dessous du point de la congélation. Le Pere Martini (t) rapporte que les gelées de la Province de Pekin dans la Chine, sont plus considérables qu'on ne devroit l'attendre de sa latitude de 42 degrés, les Rivières étant souvent gelées pendant quatre mois entiers, &c. Et il ajoute, qu'il est surprenant que les Européens ne soient pas affe-

(r) *Philosoph. Transact. abr.* 11. p. 36.

(s) *Phil. Transact. n.* 424. p. 336. n. 430. p. 189. n. 434. p. 407. 408.

(t) *Atlas. Sinens.* p. 27. Voyez aussi Boyle, *Exp. on cold. abr.* 1. p. 557. Reaumur, *Mem. de l'Acad. des Scienc.* 1734. p. 233.

étés par ce froid & qu'ils le regardent comme incapable de produire de la glace dans leurs contrées. Delà on feroit fort porté à conclure, avec M^{rs}. Derham (u) & Musschenbroek (x), & quelques autres Physiciens, que plus on avance vers le Nord, plus le degré de froid nécessaire pour former de la glace doit être grand. Et ce qui pourroit confirmer cette conjecture, c'est que j'ai trouvé que quelques Thermomètres de mercure faits à Amsterdam, dans lesquels le point de la congélation étoit marqué au 32^e degré, descendoient ici plus bas d'un ou deux degrés, lorsqu'ils étoient plongés dans de la glace concassée qui commençoit à se fondre.

14. Je suis convaincu que toute cette différence apparente, vient de l'inexactitude des Observateurs, ou de la faute des ouvriers. D'ailleurs le Docteur Cyrilli tenoit peut-être son Thermomètre renfermé dans une chambre, tandis qu'il geloit au dehors ;

(u) *Philosoph. Transact. ibid.*

(x) *Essais de Physique, §. 213.*

comme je sçais que cela n'est que trop ordinaire à ceux qui prétendent faire des journaux d'observations météorologiques (r). Dans la vue de me satisfaire sur cet article , je me servis d'une très-bonne méthode pour rechercher s'il y avoit réellement quelque différence semblable dans le froid de la congélation de l'eau , dans des climats différens. Je marquai ici deux Thermomètres de Mercure à la latitude de 56 degrés 20 minutes , & je chargeai un de mes Correspondans d'en marquer quelques autres à Londres , à la latitude de 51 deg. 32 minutes , tous au point de la congélation dans de la glace pulvérisée qui commence à se fondre. Et ayant fait l'échange de nos Thermomètres , nous trouvâmes que lorsqu'ils furent plongés dans de la glace pulvérisée , ils s'arrêterent précisément aux mêmes points sans la moindre variation sen-

(r) Voyez à ce sujet les Réflexions du célèbre M. de Mairan , dans sa *Dissertation sur la Glace* , p. 244 & 245. & les Expériences qui lui ont été communiquées par M. Taitbout Consul de France à Naples. *ibid.*

fible. S'il en résulteroit quelque-une de la différence des climats , cinq degrés de latitude ne l'auroient - ils pas fait voir fort sensiblement (z) ? Et le mercure s'arrête précisément à ce même point dans de la glace pilée , à toutes les saisons de l'année , en Eté & en Hyver , dans les tems chauds & les tems froids , de quelque pesanteur que soit l'atmosphère , &c. D'où je conclus que le point de la congélation est un degré très-constant , plus fixe & plus déterminé que celui même de l'eau bouillante , & par conséquent très-propre à être un des termes fixes pour la construction des Thermomètres *.

15. Je crois donc que nous pouvons

(z) Je puis maintenant affirmer l'universalité & la *fixité* du terme de la congélation avec encore plus de confiance & de certitude , après les expériences que j'ai faites dernièrement non-seulement à Londres , mais à Paris à la latitude de 48 degrés 50 minutes : & à Dijon à la latitude de 47 degrés 20 minutes , par lesquelles j'ai trouvé qu'il falloit précisément le même degré de froid pour geler l'eau en Bourgogne & dans l'Isle de France , que dans nos climats Septentrionaux.

* Voyez les *Observations de Physique* de M. de Secondat. p. 76 , 77 , &c.

regarder la *fixité* du point de la congélation, comme certaine & suffisamment établie par ces observations, malgré ce que le Professeur Taglini peut avoir dit de contraire, & les observations rapportées par le Docteur Musschenbroek (a), par lesquelles il voudroit prouver que la congélation de l'eau commence à des degrés de froid différens, & qu'elle dépend de quelques particules salines qui se mêlent avec l'air : il résulte seulement de toutes ces observations, que dans quelques lieux & en quelques circonstances, l'eau se gele plus ou moins aisément, quoique dans ces congélations naturelles, le degré de froid soit toujours à peu près le même, autant que nous pouvons nous en appercevoir.

16. La froideur de l'eau qui commence à se geler, ou ce qui est la même chose, de la glace qui commence à se fondre, est un point si fixe, & d'ailleurs si aisé à déterminer en plongeant la boule du Thermomètre dans de la glace qui se fond, qu'il est sur-

(a) *Tent. Acad. cim. add.* p. 184, 185. *Essai de Physiq.* §. 913. Sc.

prenant que si peu de personnes en aient fait usage pour la graduation de leurs Thermomètres , afin que leurs observations pussent être mieux comparées avec celles des autres. Nous ne sommes pas même absolument sûrs de cette partie de la graduation des Thermomètres de Florence. Les Philosophes François n'ont pas encore déterminé précisément le point de la congélation au Thermomètre de l'Observatoire construit par M. de la Hire , dont on s'est servi pendant long-tems pour des observations météorologiques , & avec lequel ils comparent souvent les autres observations. La plupart des observations météorologiques , soit dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences , ou dans les Transactions de la Société Royale , sont faites avec des Thermomètres construits si négligemment , que nous sommes dans une entière incertitude sur leurs degrés de chaleur. Dans la plupart de ces instrumens où le point de la congélation se trouve marqué , il y est d'une manière fort peu exacte , & ils n'ont aucun autre point de cha-

leur déterminé ou connu , enforte qu'à cet égard ils sont aussi imparfaits que les autres.

17. Le grand Newton trouva que la détermination des degrés de chaleur & de froid étoit bien digne de son attention ; & comme dans toutes les choses qu'il entreprenoit il alloit toujours fort au-delà de tous ceux qui l'avoient précédé , & avec une exactitude & une précision singulieres , il donna une méthode (b) pour construire les Thermomètres d'une manière plus exacte qu'on ne l'avoit fait jusqu'alors.

Nous avons déjà vu qu'il étoit nécessaire de fixer deux points de chaleur déterminés , pour construire une échelle intelligible de ses différens degrés. Nous avons pareillement trouvé que la congélation & l'ébullition de l'eau étoient deux points de chaleur très propres à remplir notre dessein. Et ce sont précisément là les degrés de chaleur qu'il détermina. La liqueur dont il se servit étoit de l'huile de

(b) *Phil. Trans. abridg.* IV , 2 , p. 1. &c.

semence de lin , fluide assez homogène , capable d'une raréfaction considérable , & de supporter une grande chaleur sans bouillir , de même que les froids les plus violens sans se geler. Supposant que la boule plongée dans de la glace qui se fond contenoit 10000 parties , il trouva que l'huile étoit assez raréfiée par la chaleur du corps humain , pour occuper $\frac{1}{32}$ d'espace de plus , ou 10256 de ces parties ; & qu'à la chaleur de l'eau bouillante elle en occupoit 10725 , & à celle de l'étain fondu 11516 de ces mêmes parties , terme au-delà duquel il ne porta pas son Thermomètre à huile. Ensorte que regardant le point de la congélation comme un terme commun entre la chaleur & le froid , il commença son échelle en marquant 0 à ce point , & il fit la chaleur du corps humain de 12 degrés ; par conséquent la chaleur de l'eau bouillante étoit exprimée par 34 deg. $= \frac{725 \times 12}{256}$, & celle de l'étain en fusion par 71 degrés.

18. Il seroit à souhaiter qu'on eût reçu cette échelle , ou quelque autre déterminée

SUR LES THERMOMÈTRES. 25
déterminée pour la graduation des
Thermomètres. Mais je crois qu'on
trouva quelques inconvéniens dans cet-
te méthode. Outre quelques erreurs
d'arithmétique peu considérables dans
le Mémoire de M. le Chevalier New-
ton , & quelques observations de peu
d'importance qui n'ont pas été faites
assez exactement , on a objecté qu'il
s'étoit exprimé (c) comme s'il avoit
pensé que le point de la congélation
de l'eau fût le moindre degré de cha-
leur. Et effectivement, il n'a fait men-
tion d'aucun froid d'Hyver au-delà de
ce terme , quoique , comme nous le
remarquerons dans une autre occasion,
nous éprouvions quelquefois des froids
beaucoup plus violens : en conséquen-
ce il seroit aisé de prolonger l'échelle
du chevalier Newton au-dessous de 0
ou du point de la congélation , & par-
là de la rendre aussi propre aux usages
communs , même pour les grands de-
grés de froid , que celle des autres
Thermomètres.

(c) Voyez Amontons dans les Mémoires de
l'Acad. des Scienc. 1703, p. 233.

Mais il y a une autre difficulté qui aura toujours lieu dans tous les Thermomètres à huile , ou dans tous ceux qui sont faits avec une liqueur visqueuse ; difficulté , dis-je , qui vient de la trop grande adhésion de ce fluide aux parois du tube. Dans un froid subit , ou une descente rapide de l'huile , il y en a une bonne partie qui s'arrête en chemin , & qui ne tombe ensuite que peu à peu , en sorte que d'abord la surface paroît réellement plus basse que la température actuelle ne l'exige. D'ailleurs , comme il y en a toujours une partie qui s'arrête & qui mouille l'intérieur du tube , l'huile devenant alternativement plus ou moins visqueuse dans différens degrés de chaleur & de froid , adhérera tantôt plus tantôt moins , & par-là troublera inévitablement la régularité & l'uniformité du Thermomètre.

19. Les Thermomètres de Florence faits avec l'esprit de vin , n'étoient sujets à aucunes erreurs semblables. L'esprit de vin doit à la vérité mouiller l'intérieur du tube en s'y attachant ; mais comme c'est une liqueur fort sub-

tile, il est probable que cette adhésion est toujours uniforme & extrêmement légère, enforte qu'elle ne peut avoir d'autre effet que de rendre le tube un peu plus étroit. Aussi l'esprit de vin rectifié a-t-il été plus souvent employé pour les Thermomètres qu'aucune autre liqueur. Il est très-mobile & facilement affecté par la chaleur & le froid; & ne rassemble point de bulles d'air, comme il arrive aux fluides aqueux; même dans des chaleurs qui ne sont pas fort grandes. Mais comme nous l'avons dit ci-devant (*d*), ces Thermomètres à esprit de vin n'étoient pas réduits à une échelle fixe. Enfin M. de Reaumur (*e*) a entrepris d'une manière très-ingénieuse, d'établir une construction générale de ces Thermomètres, qui pourroit être imitée en tous tems & en tout pays; & par-là il a voulu établir une espece de correspondance générale pour les observations qui seroient faites avec de pareils instrumens. Il ajusta son Thermomètre

(*d*) §. 3. 4. 16.

(*e*) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1730, p. 645. &c.

au point de la congélation par un mélange artificiel ; & ensuite le plongeant dans l'eau bouillante , il remarqua de combien la liqueur étoit dilatée par cette chaleur , de même qu'avoit fait le Chevalier Newton pour ses Thermomètres à huile. Il supposa que la quantité d'esprit de vin contenue dans ce tube étoit de 1000 parties ; & il connut par le volume de la liqueur , de combien de ces parties elle s'étoit dilatée par la chaleur de l'eau bouillante. Plus les esprits sont forts , plus cette dilatation se trouve grande. Le meilleur esprit de vin qu'on vende communément, se dilata de $87\frac{1}{2}$ de ces parties (f) depuis la congélation artificielle de l'eau jusqu'à la chaleur de l'eau bouillante : & un mélange de ce bon esprit avec de l'eau à égales portions , (ce qui seroit à peu près comme de l'eau-de-vie commune) se raréfia seulement de $62\frac{1}{2}$ de ces parties (g). Il parle aussi d'un esprit assez fort pour se raréfier de 90 de ces mêmes parties , dans une cha-

(f) *Ibid.* p. 690.

(g) *Ibid.* p. 692.

leur capable de le faire bouillir (*h*), mais ce qu'il jugea de plus convenable pour ses Thermomètres ordinaires, c'étoit un esprit d'un tel degré de force, qu'il pût se dilater à ce point de chaleur précisément de 80 de ces mêmes parties (*i*).

20. Cette imitation de la méthode de M. le Chevalier Newton avec de l'esprit de vin au lieu d'huile, paroît très-propre à fixer la graduation des Thermomètres : & en conséquence un de ceux que M. de Réaumur a lui-même construit, se trouve maintenant placé à l'Observatoire Royal de Paris, où il sert à des observations météorologiques. On en a envoyé d'autres construits de la même manière dans les différentes parties du monde, afin de comparer les degrés de chaleur des différens climats ; projet que forma autrefois le grand Colbert (*l*), mais qui n'a pas été mis en exécution jusqu'à présent d'une manière satisfaisante.

(*h*) *Ibid.* 1734. p. 261.

(*i*) *Ibid.* 1730, 697, 698 & fig. 8.

(*l*) Voyez les Mém. de l'Acad. des Scienc. 1702, p. 209.

On a fait des observations avec ces instrumens dans la Zone torride. Et les Académiciens François en ont emporté dans leur voyage philosophique au Nord, pour déterminer la figure de la Terre. Cependant je crains que ces Thermomètres ne soient pas construits sur des principes aussi exacts qu'il seroit à souhaiter, & qu'on auroit lieu de l'attendre en pareil cas. M. de Réaumur détermine (*m*) son point de la congélation, non pas de la glace qui se fond, mais par une congélation artificielle de l'eau même dans un tems chaud. Et comme il se sert (*n*) de boules fort grosses pour ses tubes, c'est-à-dire, de 3 à 4 pouces de diametre, je suis porté à croire qu'avant que la température de la glace environnante puisse se communiquer à toute la liqueur contenue, elle sera entierement fondue, & par conséquent le point de la congélation se trouvera marqué beaucoup plus haut qu'il ne devroit l'être (*o*). Il parle

(*m*) *Ibid.* 1730, p. 655, 656, 680, 581, 712.

(*n*) *Ibid.* p. 660. 710.

(*o*) En comparant quelques observations, je

à la vérité d'un quart d'heure comme d'un tems suffisant pour que la liqueur contenue prenne la température du milieu environnant. Mais autant que j'en puis juger par mes observations, (& j'en ai fait un grand nombre sur ce sujet) il faudroit quelques heures pour qu'un si grand volume de liqueur pût être réduit exactement à ce degré de chaleur. Ainsi les Thermomètres à grandes boules, ne peuvent jamais être employés avec succès ; & on ne doit pas s'y fier pour les expériences communes de la chaleur des corps, ou pour des observations météorologiques. On peut aisément s'en convaincre , en comparant les différentes observations faites à l'Observatoire Royal avec les Thermomètres de M^{rs} De la Hire & de Réaumur , que j'ai trouvées à différentes fois quadrer fort mal ensemble ; ce qui vient , je pense , des différens

trouve que le point de la congélation de M. de Réaumur au lieu de se rapporter au 32^{me} degré du Thermomètre de Farenhein , comme il le devroit , correspond au 34^{me} degré ou un peu au dessus.

volumes de leurs boules (*p*). Car lorsqu'elles sont grosses elles ne peuvent être affectées assez promptement par des variations subites de chaleur & de froid, pour rendre ces changemens fort remarquables, s'ils ne sont que de peu de durée, ou pour en faire voir les quantités réelles & totales. Des Thermomètres à petites boules sont infiniment plus convenables, & peuvent être construits avec une exactitude suffisante, malgré les difficultés & les défauts que M. de Réaumur prétend y avoir remarqués (*q*). J'en ai fait avec des tuyaux capillaires qui se correspondent presque exactement entr'eux, dans tous les degrés de chaleur, & par conséquent on doit convenir qu'ils ont toute l'exactitude qu'on peut désirer dans de pareils instrumens.

21. Mais si on ne peut pas se fier au

(*p*) J'ai trouvé que le diamètre du bulbe de celui de M. de Réaumur étoit d'environ $3\frac{2}{3}$ pouces, tandis que l'autre n'est pas tout-à-fait de 2 pouces.

(*q*) Mém. de l'Acad. des Scienc. *ann.* 1730, p. 650, 656, 659.

point de congélation déterminé par M. de Réaumur , que dirons-nous de son autre terme fixe , c'est-à-dire la chaleur de l'eau bouillante ? Il me paroît que dans son procédé il est encore plus vague & plus incertain. On sçait que l'eau , environnée d'étain fondu , quoique ce métal soit dans une violente ébullition , est cependant incapable de recevoir une plus grande chaleur que celle qui suffit pour la faire bouillir , & qu'elle continue toujours d'être plus froide que l'étain fondu. J'ai éprouvé qu'il en étoit précisément de même pour l'esprit de vin , qui étant plongé dans l'eau bouillante , ne peut jamais acquérir une chaleur aussi grande , mais reste toujours plus froid , quoiqu'il bouille & se dissipe en vapeurs. L'esprit de vin dans le Thermomètre est donc absolument incapable de recevoir une aussi grande chaleur que celle que M. de Réaumur lui attribue ; & la différence n'est pas peu considérable. Je trouve que l'esprit de vin bien rectifié ne peut être échauffé au-delà du 175^{me} degré au Thermomètre de Farenheit , tandis

que l'eau bouillante fait monter le mercure à 37 degrés de plus ; & l'eau-de-vie commune n'étoit pas capable de recevoir une chaleur au-dessus du 190^{me} degré. On voit par-là , que M. de Réaumur s'est trompé lorsqu'il a cru que tout esprit de vin fort ou foible , plongé dans l'eau bouillante , recevoit un degré donné de chaleur égal à celui de l'eau environnante. Je crois que l'esprit de vin dont il se servoit communément n'étoit pas susceptible d'une plus grande chaleur que celle du 180^{me} degré, laquelle par conséquent se trouve de 32 degrés moindre qu'il ne se l'imaginait.

22. De plus , je crois réellement que l'esprit de vin , quoiqu'assez bon pour des Thermomètres ordinaires dans les climats tempérés , n'est pas une liqueur dont on puisse faire des Thermomètres universels. Il est incapable de supporter de très-grandes chaleurs, ou de très-grands froids. Il bout plutôt qu'aucune autre liqueur. Et quoiqu'il se conserve fluide dans des froids assez considérables , il semble cependant par quelques expérien-

tes qu'on a faites , qu'il ne s'y condense pas fort régulièrement. Et à Tornéao , près du cercle polaire , le froid de l'hyver fut si violent , que cette liqueur fut gelée dans tous les Thermomètres (r). Enforte que la latitude de chaleur que l'esprit de vin est capable de nous indiquer , est de beaucoup trop limitée , pour qu'il soit d'un usage universel.

23. Quel fluide emploierons-nous donc pour nos Thermomètres ? Nous avons trouvé des inconvéniens dans l'air , dans l'huile & dans l'esprit de vin ; & l'eau y est encore moins propre qu'aucune de ces liqueurs. Il ne nous reste , ce semble , que le mercure. C'est un fluide très-mobile ; il s'échauffe & se refroidit plutôt qu'aucune liqueur que nous connoissions , ou que nous ayons eu occasion d'éprouver , plutôt que l'eau, que l'huile , ou même que l'esprit de vin. Il ne se gele jamais par aucun degré de froid observé jusqu'ici ; il est susceptible d'une très-grande chaleur avant que de bouillir ;

(r) Voyez M. de Maupert. *Fig. de la Terre*, p. 58

& s'il est bien purifié , il ne mouille pas l'intérieur du tuyau. Le Docteur Halley (f) quoiqu'il ne connût qu'une partie de ces propriétés singulieres , pensa que ce seroit un fluide très-propre pour les Thermomètres , s'il étoit susceptible d'une plus grande raréfaction. Cependant , comme l'on peut remédier à cet inconvénient , en faisant que la boule ait une grande proportion au tuyau , il est maintenant généralement mis en usage pour construire les Thermomètres les plus exacts. On dit qu'il fut d'abord employé par le célèbre Mathématicien Olaus Roemer. M. Fahrenheit , à Amsterdam , & d'autres Artistes dans cette contrée en fabriquerent ensuite un très-grand nombre , & cela d'une forme portative & très-commode pour plusieurs usages, les faisant très - petits , & renfermant le tuyau dans un autre tube fermé hermétiquement. De Hollande ils furent distribués en différens pays , & ils ont ensuite été imités dans quelques autres lieux. Maintenant on ne les fait nulle

(f) *Phil. Transf. abr.* 11. p. 34.

part dans une plus grande perfection , & avec plus d'exactitude , que notre compatriote Wilson à Londres.

24. Comme la graduation de Roemer ou de Fahrenheit est assez convenable , je souhaite qu'elle soit universellement mise en usage , pour conserver une uniformité dans nos observations. Nous aurions par-là l'avantage d'avoir les mêmes expressions , & par conséquent d'être universellement entendus , lorsqu'il s'agiroit de rapporter des expériences où la détermination du degré de chaleur seroit nécessaire , ou de faire connoître la chaleur des corps qui auroit été observée par les Thermomètres.

Dans ce Thermomètre , la boule est supposée contenir , suivant Mr^s Boerhaave (*t*) & Musschenbroek (*u*) 11124 parties de mercure. Ce fluide s'arrête à la marque la plus basse ou à 0 , dans un froid très-violent & insupportable , produit par un mélange de neige , ou de glace pilée & de sel ammoniac , ou de sel marin (*x*).

(*t*) *Chem.* 1. p. 174.

(*u*) *Essais de Physiq.* §. 948.

(*x*) Fahrenheit. *Phil. Trans. abridg.* VI. 2.

Si ce même Thermomètre est plongé dans de la glace qui se fonde naturellement , ou dans de l'eau qui commence à se geler , le mercure se dilate , & s'éleve dans le tube de 32 de ces 11124 parties ; & par conséquent l'espace du tuyau depuis le degré 0 jusqu'au point de la congélation , est divisé en 32 parties égales (y).

Lorsque le Thermomètre est placé dans de l'eau qui bout fortement , l'état de l'atmosphère étant tel que nous l'avons dit ci-devant (z) , le mercure se raréfie de 212 de ces parties au-delà de son volume primitif de 11124 , enforte qu'il occupe alors dans la boule & le tuyau un espace égal à 11336 de ces mêmes parties , & l'espace depuis le 32^{me} degré jusqu'au 212^{me} , est divisé en 180 parties ou degrés égaux du Thermomètre (zz) lequel si le tuyau est assez long , peut être prolongé au-

p. 52. Musschenb. *Diff. Physic.* p. 680. Essais de Physiq. p. 948.

(y) Farenh. *Phil. Trans. abr.* VI. 2. p. 252.

(x) §. 9.

(xx) Fahren. *Phil. Trans. abr.* VI. 2. p. 182.
52.

tant qu'il sera nécessaire. Il peut aller jusqu'au 600^{me} degré & non pas beaucoup au-delà. Car à une chaleur un peu plus grande que ce degré le mercure commence à bouillir.

25. Le Docteur Boerhaave n'est pas toujours parfaitement d'accord avec lui-même, toutes les fois qu'il parle du nombre des parties en lesquelles le mercure contenu dans la boule du Thermomètre est supposé divisé. Dans un autre endroit (a), au lieu de 11124 il n'en compte que 10782, & ensuite (b) il les fait aller jusqu'à 11520 (ce que je crois fort approcher de la vérité; & cependant il parle toujours d'une chaleur donnée comme raréfiant le mercure du même nombre de parties que dans l'autre calcul. Je ne puis pas décider sûrement laquelle de ces suppositions est la plus conforme à la vérité, avant que d'en avoir fait l'essai; & il seroit inutile de nous en mettre fort en peine: car sans tout cet appareil, la méthode qui me paroît la plus sûre & la plus aisée & que j'ai mise en pra-

(a) *Chem.* I. p. 165.

(b) *Ibid. Explic. Tab. V. fig. 5.*

tique , est de ne pas s'embarrasser du volume du mercure , mais de remplir la boule & le tuyau , enforte que dans l'eau qui se gele, ou dans la glace qui se fond , le mercure s'arrête à une hauteur convenable , où l'on doit marquer précisément le degré 32 ; & ensuite on observera exactement où il s'arrête lorsqu'il est raréfié par la chaleur de l'eau bouillante , & on y marquera le degré 212. L'espace qui est intermédiaire se divise alors en 180 degrés : & cette échelle pourra être prolongée en haut & en bas autant qu'on le jugera à propos. Les deux limites ou les deux points fixes , dans la construction de ce Thermomètre , sont la congélation & l'ébullition de l'eau , qui doivent être regardés comme des degrés de chaleur très-propres à la construction de ces instrumens.

26. Nous avons à la vérité supposé jusqu'ici , la cavité du tuyau parfaitement cylindrique ; ce qui ne peut toujours avoir lieu. Mais quoiqu'elle soit un peu inégale , il est aisé de remédier à cet inconvénient , en faisant avancer & reculer dans le tuyau une
petite

petite portion de mercure, autant qu'il en faut, par exemple, pour faire la longueur d'un demi-pouce, ou, si vous voulez, d'un pouce entier, & par ce moyen on trouvera facilement les proportions de toutes les inégalités ; en conséquence on ajustera les divisions à une échelle de la plus parfaite égalité.

27. La division du volume du mercure contenu dans la boule en 10782, ou 11124, ou 11520, ou, ce qui me paroît le plus approcher de la vérité, en 11790 parties, & delà sa raréfaction par la chaleur de l'eau bouillante de 212 de ces parties, étoit sans doute originairement une supposition purement arbitraire. Et j'avoue qu'on auroit pu fixer une division beaucoup plus convenable, si celle-là n'étoit pas maintenant si universellement connue & adoptée ; la plupart des Curieux de l'Europe ayant entre les mains des Thermomètres construits de cette façon. Je conviendrai volontiers que celui de M. de Lisle à Petersbourg auroit eu une plus grande apparence de simplicité (c). Dans le sien tout le vo-

(c) *Transf. Philosoph. n. 441. p. 222.*

lume du mercure, lorsque cet instrument est plongé dans l'eau bouillante, est supposé divisé en 10000 ou plutôt en 100000 parties : & en partant de ce point fixe, les différens degrés de chaleur, soit au-dessus soit au-dessous, sont marqués en ces parties sur le tuyau ou sur l'échelle, par la différente raréfaction ou condensation du vif-argent, dans toutes les variétés de chaleur imaginables. « Comme le mercure purifié, dit-il, est par-tout de la même nature ; & que renfermé dans un tuyau il n'est sujet à aucune altération, & comme d'ailleurs il est probable que s'il est également purifié, il sera sujet à la même raréfaction dans différentes contrées, lorsqu'il sera exposé au même degré de chaleur ; je suis persuadé que ces Thermomètres peuvent très-bien servir à comparer la température de différentes contrées. » Cette construction est réellement très-propre à servir de modele pour graduer tous les Thermomètres de la même façon ; & elle est sujette à beaucoup moins d'incertitudes que celle de M. de Réaumur,

dont nous avons déjà donné (*d*) le détail ci-devant. Il me semble cependant que si M. de Lisle l'eut voulu, il eut été mieux de faire le volume de mercure composé de 100000 parties , & de prendre le point fixe à la congélation de l'eau ; & d'exprimer en ces parties , les raréfactions & les condensations du vif-argent. Toutes les observations météorologiques communes , &c. auroient été exprimées par des nombres croissans à mesure que la chaleur seroit devenue plus grande ; ce qui est sûrement la méthode la plus naturelle. Et il n'y auroit pas eu un grand inconvénient à exprimer , à la manière de M. de Réaumur , le peu d'observations que nous avons au-dessous du point de la congélation , par des nombres marqués au-dessous du degré 0 ou 100000.

28. Mais comme je l'ai dit ci-devant (*e*) , quelque'avantageuse que paroisse cette méthode dans la Théorie , on ne trouvera pas qu'il soit fort aisé dans la pratique , de déterminer exa-

(*d*) §. 19, 20, 21.

(*e*) §. 12.

ctement toutes les divisions par le changement du volume du fluide contenu. D'ailleurs, comme le verre lui-même se dilate par la chaleur, quoique dans une moindre proportion que le vif-argent, enforte que c'est seulement l'excès de la dilatation du fluide contenu sur celle du verre que nous appercevons, si les différentes especes de verre sont affectées différemment par un degré de chaleur donné, il en résultera une différence apparente dans les dilatations du vif-argent des Thermomètres construits ou à la maniere de Newton, ou suivant la méthode de M. de Réaumur, ou suivant celles de M. de Lisle. Maintenant le Docteur Boerhaave (f), fondé sur les observations de Fahrenheit, remarque que diverses especes de verre sont affectées fort différemment par la chaleur. Et j'ai appris que le Docteur Musschenbroek avoit trouvé par son Pyrometre, que les tuyaux de différentes sortes de verre étoient diversement affectés, les uns plus, les autres moins, par le

(f) *Chem. tom. 1. p. 141.*

même degré de chaleur. Il suit de là que les Thermomètres construits de ces différentes sortes de verres feront nécessairement paroître la dilatation du fluide contenu , à différens degrés , dans la même quantité de chaleur. En conséquence M. Camphell , très-digne membre de la Société Royale , a trouvé , par des expériences faites avec toute l'exactitude possible , que dans des Thermomètres construits à la manière de M. de Lisle , le vif-argent s'arrêtoit à différens degrés , lorsqu'ils étoient plongés dans de la glace qui commençoit à se fondre. Dans quelques-uns il étoit au 154^{me} degré , dans d'autres au 156^{me} , & dans un autre au 158^{me} : & ayant vuidé lestuyaux & les ayant rempli de nouveau mercure , il trouva toujours , dans un très-grand nombre d'épreuves , que le résultat étoit exactement le même. Il étoit si exact & si adroit , que les mêmes tuyaux donnoient toujours les mêmes degrés de dilatation , autant qu'on pouvoit s'y attendre dans des expériences aussi subtiles & aussi délicates. Un des Thermomètres de M. de Lisle,

que j'éprouvai avec beaucoup d'exactitude, me donna toujours le vif-argent suspendu à peu près au 150^{me} degré. Dans un autre de ses Thermomètres où il avoit mis d'un côté l'échelle de graduation de Fahrenheit, je trouvais le degré 32 vis-à-vis le $148\frac{1}{2}$ degré du sien. Dans un Thermomètre construit par M. le Monnier à Paris, sur les principes de M. de Lisle, je vis le terme de la congélation au 148^{me} deg. Je trouve même par les propres relations de M. de Lisle, que ses Thermomètres ne s'accordent pas les uns avec les autres. Tant cette maniere de construire les Thermomètres paroît être incertaine & *précaire*. Il me semble qu'on peut conclurre de toutes les observations que je viens de rapporter, qu'il est beaucoup mieux d'abandonner entierement cette méthode, & de fixer deux points de chaleur à une distance considérable l'un de l'autre; & ensuite de diviser l'espace intermédiaire du tuyau en un nombre convenable de parties égales ou de degrés: comme nous l'avons proposé dans nos constructions des Thermomètres à l'i-

mitation de ceux de Roemer ou de Fahrenheit.

29. Il ne seroit pas inutile , tant pour augmenter nos connoissances sur la chaleur , que pour nous mettre en état de comparer les autres Thermomètres avec ceux-ci , qui probablement seront universels dans la suite , il ne seroit pas , dis-je , inutile d'observer un grand nombre de degrés remarquables de chaleur & de froid qui aient été remarqués par d'autres , & de déterminer , où ils tombent sur l'échelle de Fahrenheit. Nous déterminerions à quels degrés les différentes variations de l'air font monter le Thermomètre ; quels sont ceux de la chaleur animale ; quelle est la chaleur qui réduit tels & tels corps solides en un état fluide ; les quantités de chaleur requises pour faire bouillir les fluides que nous avons occasion d'examiner , &c. Mais la comparaison des différens Thermomètres qui ont été en usage dans les différentes parties du monde , & la détermination des divers degrés de chaleur des corps , sont des sujets assez curieux & d'une assez grande utilité , pour mériter nos recherches.

De la comparaison des différens Thermomètres.

Nous avons eu occasion ci-devant de remarquer l'incertitude des observations Thermométriques, par rapport à la maniere vague & inconstante dont ces instrumens ont été construits. Il sera cependant fort à propos de faire quelques recherches, autant que nos lumieres nous le permetront, pour découvrir les principes, sur lesquels ils ont été formés; & si nous venons à bout de trouver ces principes, de telle maniere que nous puissions comparer les anciens Thermomètres avec quelqu'autre construit exactement qui nous soit bien connu, nous recouvrerons, pour ainsi dire, les observations de nos prédécesseurs, qui étoient perdues faute de connoître la signification de leurs nombres & de leurs graduations. Et alors, les observations faites en différens tems & en différens lieux par quelques instrumens connus,

connus , ne feront plus rapportées inutilement pour nous. Nous ferons en état de les comparer entr'elles , avec celles que nous aurons faites nous-mêmes , & enfin avec les degrés de chaleur qui nous feront connus.

2. Comme Sanctorius paroît être le premier qui ait tenté de mesurer les différens degrés de chaleur par la raréfaction des corps , il seroit à souhaiter qu'il nous eût laissé sa maniere de compter les degrés de ses Thermomètres. Quoiqu'à dire vrai ce seroit une chose plus curieuse qu'utile , parce que de la maniere dont il les construisoit , ils étoient affectés par les différences du poids de l'atmosphère , aussi-bien que par celles de la chaleur du milieu ambiant. Pour remédier à cet inconvénient , les Académiciens de Florence firent leurs Thermomètres suivant une meilleure méthode , renfermant exactement la liqueur dans les tuyaux , enforte qu'elle ne pouvoit être affectée par la pesanteur de l'atmosphère ; & marquant sur les tuyaux , ou sur des échelles de graduation qui y étoient fixées , des nombres par lesquels

on jugeoit des différentes raréfactions des liqueurs , en conséquence des divers degrés de chaleur.

Je suis surpris que le Docteur Musfchenbroek (a) , qui a pris la peine de donner une traduction latine de leur Ouvrage , & de l'enrichir d'excellentes additions , nous représente ces Thermomètres de Florence , comme construits d'une maniere arbitraire & indéterminée , sans aucune regle. C'est un reproche qu'ils ont moins mérité que beaucoup d'autres Physiciens qui sont venus après eux. Ils en firent de différentes sortes , les uns avec plus d'exactitude que les autres. Mais dans la construction de ceux auxquels ils avoient le plus de confiance (b) , ils déterminent expressément à quel degré l'esprit de vin s'arrêtoit dans le froid ordinaire de la glace ou de la neige. Et comme leurs expériences se faisoient dans l'intérieur des maisons en Italie ; je crois que la glace se trouvoit ordinairement dans l'état où elle commence à se fondre , & par consé-

(a) *Ess. de Phys.* S. 947. p. 5.

(b) *Text. Exp. Acad. Ci m.* p. 5

SUR LES THERMOMÈTRES. 51

quent à nous donner le degré de la congélation de l'eau, qui, comme nous l'avons observé (c), est un point de chaleur & de froid très-fixe, qui répond à notre 32^{me}. degré (d). Ainsi dans leur première espèce de Thermomètres, ce même point fixe de chaleur tomboit au 20^{me}. degré (e), & dans leur seconde à environ 13½ degrés (f).

Nous avons donc ainsi un degré de chaleur fixe, dans leurs Thermomètres : avantage qui ne se trouve pas dans beaucoup d'autres. Mais nous ne pouvons pas juger par ce seul point de toute la graduation : & il faut avouer que leur plus haut degré de chaleur n'est pas déterminé comme on l'auroit souhaité. Ils disent que dans leur première espèce ou dans leur grand Thermomètre, exposé aux grandes chaleurs du milieu de l'été dans leurs pays, l'esprit de vin s'élève au 80^{me} degré (g) ; & que dans le second ou le plus petit, l'esprit de vin s'arrête dans cette même

(c) *Eff. III. §. 14.*

(d) *Ibid. §. 24.*

(e) *Tent. Exp. Acad. del Cim. p. 2. 7.*

(f) *Ibid. II. p. 129.*

(g) *Ibid. p. 2 3 4.*

chaleur au degré 40. C'est effectivement une fort mauvaise maniere de graduer les Thermomètres ; la grande chaleur de l'été étant un deg. fort indéterminé en différens jours , en différentes années & en différens climats &c. Et cependant il nous reste par bonheur un moyen de juger de la chaleur particulière d'été qu'ils éprouvoient pour lors ; & de trouver , où ce degré seroit tombé dans un Thermomètre construit à la maniere de Fahrenheit , que nous avons pris pour notre modele. Je sçais qu'à la premiere vue on pourra regarder cette prétention comme chimérique. Mais Borelli & Malpighi , deux Observateurs de la Nature aussi curieux qu'exacts , ont heureusement eu occasion de nous apprendre que les viscères de quelques animaux chauds , tels que les vaches & les cerfs , &c. élevoient l'esprit de vin dans le petit Thermomètre de Florence environ au 40^{me} degré , qui précisément est le même que celui de la chaleur du Soleil en été. Et je trouve que cette chaleur animale se rapporte au degré 102 ou environ dans les nôtres. Par le moyen

de ces deux points de chaleur déterminés à ces Thermomètres , on peut très-bien juger de toutes les observations faites avec des Thermomètres de Florence réguliers & bien construits , comme on le voit en jetant les yeux sur la Table aux N^o. I. II. III.

3. Les Thermomètres dont on vint à se servir dans les différentes parties du monde , furent tous imités de ceux de l'Académie *del Cimento* , mais non pas construits d'une manière si régulière , ou sur des principes déterminés. M. Hubin fut employé en France par l'Académie Royale des Sciences à la construction de ces instrumens : Mais il paroît qu'il ne les faisoit pas tous parfaitement semblables. Les Missionnaires Indiens (h) nous apprennent qu'ils se servoient de ceux qui étoient gradués le plus bas. Cependant nous pouvons regarder comme moyen , celui dont M. Amontons donne une description dans les Mémoires de l'Aca-

(h) Mem. de l'Acad. des Scienc. 1666-1698. VII. p. 35.

demie (i) sous le nom d'ancien Thermomètre. Le point de la congélation étoit dans ce dernier au degré 25, & correspondoit par conséquent au 32^{me} degré de celui de Fahrenheit, & la chaleur de la cave de l'Observatoire étoit au 50^{me} degré, qui par-là se rencontre avec le 53^{me} du nôtre. En sorte que la comparaison est aisée à faire dans la Table aux N°. I. IV.

4. Mais je ne sçache pas qu'il y ait beaucoup d'observations faites avec ce Thermomètre. Il nous est beaucoup plus utile de connoître la construction de celui de M. de la Hire, qui a été si long-tems placé à l'Observatoire Royal à Paris, & dont on s'est servi pendant long-tems pour les observations météorologiques. Cependant nous ne pouvons que regretter, que ni M. de la Hire lui-même, ni aucun de ceux qui lui ont succédé à cet égard, n'aient pris la peine d'en déterminer deux points quelconques, en sorte que nous puissions parvenir à l'imiter, ou à le comparer avec d'au-

(i) Mem. de l'Acad. 1703. p. 53.

SUR LES THERMOMÈTRES. 55

tres Thermomètres ; quoique je m'imagine que nous sommes d'ailleurs en état d'approcher fort près de la vérité. On nous dit expressement que la liqueur s'arrête toujours dans les caves de l'Observatoire au 48^{me} degré (1) correspondant par-là au degré 53^{me} dans celui de Fahrenheit : Et on nous apprend encore , que lorsqu'il gele à la campagne , ce Thermomètre placé dans la Tour à découvert s'arrête depuis le 30^{me} degré jusqu'au 32^{me} (m) un peu au-dessus du point réel de la congélation. En réunissant plusieurs circonstances & observations , je trouve que ce point de chaleur tomberoit à peu près au 28^{me} degré , correspondant à notre 32^{me} comme dans la Table N^o. I. V. Nous avons une Observation de M. De la Hire lui-même , par laquelle on voit que son 28^{me} degré correspondoit avec le 51^{me} degré &

(1) Mem. de l'Acad. 1700. p. 8. 1701. p. 10. 1702. p. 5. 1703. p. 3. 1704. p. 2. 1705. p. 4. 1706. p. 3. 1707. p. 2. 1708. p. 61. 1709. p. 3. 1710 p. 141.

(m) Ibid. 1702. p. 5. 1704. p. 4. 1705. p. 4. 1706. p. 3. 1707. p. 2. 1708. p. 62. 1709. p. 3. 1710. p. 41. 1711. p. 2.

6 lignes dans le Thermomètre de M. Amontons (n).

M. Amontons a beaucoup travaillé à établir un Thermomètre universel, & il auroit pu y réussir, si ce n'eut été quelques inconvéniens dont nous avons eu occasion de parler ci-devant. Dans le sien, le point de la congélation étoit au 51^{me} degré 6 lignes, où se trouve notre degré 32, & la chaleur de l'eau bouillante au 73^{me} deg. qui correspond au 212^{me} de celui de Fahrenheit. De là il est aisé de les comparer ensemble comme il paroît dans la Table N°. I. VI.

6. Le Marquis Poleni (o) nous donne le résultat d'un grand nombre d'excellentes observations météorologiques, dans lesquelles la chaleur & le froid sont mesurés avec un Thermomètre construit à la maniere de M. Amontons. Mais comme ses nombres sont fort différens, j'ai cru qu'il étoit à propos de donner aussi une idée de son Thermomètre dans la Table au N°. VII.

(n) *Ibid.* 1710. p. 42.

(o) *Phil. Transf.* 421. p. 205.

7. M. De Réaumur s'aperçut bien des difficultés de la construction de M. Amontons , & il proposa une méthode nouvelle qu'il regardoit comme plus certaine , pour construire les Thermomètres. Il se détermina à commencer son Echelle à la congélation de l'eau , & à marquer le degré 80 à l'ébullition de ce fluide , divisant l'espace intermédiaire du tuyau , en autant de parties égales. J'ai donné ci-devant les raisons que j'ai pour croire qu'il est tombé dans quelques erreurs à l'égard de ces deux points de chaleur. Mais comme on a fait un grand nombre d'observations curieuses & utiles avec ses Thermomètres , il est important de trouver la correspondance de sa graduation avec celle de Fahrenheit. La chaleur de l'eau bouillante n'est réellement que la chaleur d'ébullition de l'esprit de vin affoibli , laquelle se rapporte , à ce que je m'imagine , au 180^{me} degré de Fahrenheit. Et comme son degré $10\frac{1}{4}$ est la chaleur constante de la cave de l'Observatoire, (p) ou notre degré 53^{me}, je conclus

(p) Mém. de l'Acad. p. 1730. p. 503.

de-là que son point de la congélation, au lieu de répondre précisément à notre 32^{me} degré, est un peu au-dessus du degré 34 comme dans la Table N^o. I. VIII.

8. M. De L'Isle construisit son Thermomètre de Mercure sur des principes tout-à-fait semblables à ceux de M. De Réaumur. Mais au lieu du froid de la congélation, il commença sa graduation à la chaleur de l'eau bouillante, & renversant l'ordre commun, il marqua en descendant les différens degrés suivant les condensations du vis-argent : & par conséquent ses nombres croissent à mesure que la chaleur diminue. Toutes les especes de verre ne sont pas affectées aussi uniformément par la chaleur qu'il seroit à souhaiter. Mais comme dans les étalons mêmes des Thermomètres de M. de L'Isle, le point de la congélation est près du 150^{me} degré, correspondant à notre degré 32, il est aisé de comparer les observations faites par ces instrumens avec les degrés de chaleur marqués dans les nôtres. Voyez la Table aux N^o. I. IX.

9. M. Crucquius en Hollande a fait

plusieurs observations météorologiques fort curieuses avec un Thermomètre à air (*q*). Le volume total étoit de 1070 parties dans l'eau qui se gele, & de 1510 dans l'eau bouillante, enforte qu'il est fort aisé de comparer son Thermomètre avec celui de Fahrenheit par la Table N°. I. X.

10. Les Thermomètres les plus communs en Angleterre sont ceux qui sont faits, (& ordinairement avec beaucoup d'exactitude) d'après le modèle qu'on conserve à la Société Royale. Et on en a envoyé par ordre de la Société construits sur ce plan dans les pays étrangers, pour établir une correspondance d'observations météorologiques en différentes contrées. Il est par conséquent d'autant plus important pour nous de trouver les principes de sa construction, afin que nous puissions les comparer avec les autres Thermomètres. La graduation commence, où le degré 0 est marqué, à l'extrémité supérieure, je ne sçais pas trop sur quels fondemens; & de-là les nombres crois-

(*q*) *Phil. Transf. n. 381. p. 4.*

sent en descendant à mesure que la chaleur diminue (r). On marque *très-chaud* à cette extrémité, *chaud* au 25^{me} degré, *tempéré* au 45^{me} & le 65^{me} degré est regardé comme le point de la congélation. Mais j'ai trouvé par différentes expériences, faites avec quelques Thermomètres construits exactement, suivant le modèle de la Société, que la liqueur descendoit au 78^{me} ou 79^{me} degré dans de la neige qui commençoit à se fondre ; près de 14 degrés plus bas qu'on ne l'avoit compté jusqu'ici. Ce fait rendroit encore plus surprenante l'observation du Docteur Cyrilli, supposé que son Thermomètre * eut été véritablement construit sur l'étalon de la Société, (f) Observation selon laquelle il prétend avoir trouvé que le

(r) *Phil. Transf. n. 429. p. 103. n. 433, p. 337, 339. n. 334. p. 407.*

(f) *Transf. Philos. n. 424. p. 336. n. 434. p. 407.*

* Il y a tout lieu de douter de la certitude de ces observations, le Thermomètre étoit apparemment mal-construit. Voyez à ce sujet la nouvelle édition de l'excellent *Traité de la Glace* par M. de Mairan, p. 242. & suiv.

SUR LES THERMOMÈTRES. 61
point de la congélation à Naples n'étoit pas plus bas que le 55^e. degré.

Mais pour comparer ce Thermomètre avec les autres, il est nécessaire de trouver comment ils se correspondent dans quelqu'autre degré de chaleur. Le *chaud* & le *temperé* marqués sur ce Thermomètre sont des termes fort équivoques. Pour mettre fin à ces incertitudes, je fis plusieurs expériences, & je trouvai que le degré $34\frac{1}{2}$ répondoit au 64^{me} degré dans le nôtre. On peut aisément déterminer par-là comment ils se correspondent dans tout le reste de la graduation, ainsi qu'on le voit dans la Table N^o. I. XI.

II. Le Chevalier Newton vit bientôt (t) que toutes les graduations des Thermomètres étoient vagues & incertaines, & qu'il étoit très-difficile d'en faire une exacte comparaison. C'est pourquoi il construisit un nouveau Thermomètre. Je suis surpris qu'il ait eu si peu de cours, étant d'ailleurs aussi simple & aussi aisé à faire qu'il l'est. Il n'y a qu'à commencer la graduation au point de la congélation, &

(t) *Transf. Philos. n. 270. p. 824.*

diviser en 34 parties ou degrés égaux la distance de ce point à celui de l'ébullition de l'eau. Comme ces Thermomètres sont grands , cet espace peut être subdivisé à volonté. Les N^o. I. & XIII. de la Table font voir comment ils correspondent à celui de Fahrenheit.

12. Il y a un Thermomètre fort usité en Angleterre, où l'on regarde la température moyenne de l'air comme n'étant ni chaude ni froide, & en conséquence on marque 0 à ce point, & on compte ensuite de-là, soit en montant ou en descendant dans la vue d'indiquer par-là les degrés de chaleur & de froid du milieu ambiant. On trouve communément dans les serres de ces sortes de Thermomètres, afin de donner aux Plantes étrangères les degrés de chaleur qui sont nécessaires, pour les entretenir en bon état. Je ne crois pas que ces Thermomètres soient construits sur aucuns principes fixes & déterminés. On marque ordinairement à la vérité le point de la congélation au degré 30 au-dessus de 0. Mais M. Fowler qui fournit la plûpart de ces instrumens, en ayant fait l'expérience

à ma sollicitation, a trouvé que dans de la neige qui se dégelait, la liqueur descendoit à environ 34 degrés au-dessous de 0, & je trouvai par quelques comparaisons que son 16^{me} degré correspondoit à peu près avec le 64^{me} du nôtre. Ensorte qu'on détermine aisément toute la correspondance de ce Thermomètre avec celui de Fahrenheit, comme aux N^o. I. & XII.

13. Le Docteur Hales trouva à propos de construire un nouveau Thermomètre pour faire ses ingénieuses expériences. Il commença sa graduation par le point de la congélation ou notre 32^{me} degré, & il marqua le degré 100 où la liqueur s'arrêta lorsque la boule fut plongée dans de l'eau chaude, sur laquelle de la cire fondue commençoit à se coaguler. J'ai trouvé que cette même eau faisoit monter le Thermomètre de Fahrenheit jusqu'au degré 142. La comparaison de ces deux Thermomètres se voit dans la Table N^o. I. & XIV. Le Docteur Hales trouva au commencement d'un Printemps, que le sien étoit au 13^{me} degré, tandis que le nôtre étoit au 48^{me}.

14. On tient à Edimbourg, depuis

64 OBSERV. SUR LES THERMOM.

plusieurs années, un Regître très-exact d'Observations météorologiques , qui ont été déjà publiées en partie dans les Essais de Médecine. Il est par conséquent fort utile de trouver le rapport du Thermomètre dont on s'est servi avec les autres déjà connus ; ce qui sera fort aisé par ce que les Auteurs nous en apprennent. Car lorsque la boule étoit plongée dans de la neige qui se dégelait, l'esprit de vin s'arrêtoit à 8. 2 pouces, la chaleur d'un homme le faisant monter à 22. 2 pouces , en sorte que les 14 intermédiaires étoient divisés en pouces & en dixièmes de pouces. Et j'ai trouvé que la chaleur de la personne qui l'a gradué étoit de 97 degrés à mon Thermomètre. On déduit facilement de-là les autres degrés de comparaison, comme on le voit N°. I. & XV.

15. Il y a encore plusieurs autres Thermomètres, qui ont servi à des observations météorologiques. Mais ils ont été communément si mal construits, que de quelque utilité que fussent ces observations , nous n'en retirons pas plus d'avantages que si on ne les avoit jamais faites.

DISSERTATION

112					61										112
108							1040		1060				60		108
104					60		90		1050						104
100	80	40							1040						100
96					90	53			1030					23	96
92				100	59				1020		12		50		92
88	70							1030	100		11			21	88
84				90	80	68	52		1200		10	50		20	84
80									1190	10			40	19	80
76	60			80	70	57			1180		9	40		18	76
72		30				51			1170	20	8	30		17	72
68				70		56		1020	120		7		30	16	68
64	50				60				1160	30	6	20			64
60				60		55	50		1150					15	60
56									1140	40	5	10		14	56
52	40			50	50	54		130	1130				20	13	52
48		20				49		1010	1120	50	4			12	48
44	30			40	40	53			1110		3				44
40						48			1100	60	2	10		11	40
36				30		62			1090		1	20		10	36
32	20				30			1000	1080	70	0	30		9	32
28				20		51	47		1070	80			40	8	28
24									1060	90					24
20	10	10			20	50			1050			50			20
16				10				990	1040						16
12					10	40			1030	100					12
8	0			0					1020	110					8
4									1010						4
0					0	48			1000	120					0
I Fahrenheit	II Florence	III Paris	IV D. la Hire	V Amontons	VI Polem	VII D. Reaumur	VIII De l'Isle	IX Crucquius	X Soc. Royal	XI Newton	XII Rowler	XIII Hales	XIV Edinbourg	XV	

DISSERTATION

S U R

L'ÉCHAUFFEMENT

E T

LE REFROIDISSEMENT

DES CORPS.

2017/1/17

2017/1/17

2017/1/17

2017/1/17



DISSERTATION

S U R

L'ÉCHAUFFEMENT

E T

LE RE'FROIDISSEMENT

DES CORPS.



ELLE est la nature du feu & de la chaleur , que des corps contigus où il s'en trouve différens degrés, se réduisent à la même température, s'ils sont inactifs & abandonnés à eux-mêmes sans aucun autre principe intrinseque qui les échauffe ou les refroidisse les uns plus que les autres. Le corps plus chaud perd quelques degrés de chaleur, & le plus froid en acquiert

F ij

jusqu'à ce qu'ils parviennent tous deux à un équilibre. Ainsi tous corps inactifs placés dans notre atmosphère échauffent d'abord, ou refroidissent les particules qui les approchent de plus près. Mais dans la suite du tems, ils deviennent tous de la même température que l'air qui nous environne. Voyés la Chymie de Boerhaave Tom. I. p. 187, 188, 200, 281. Mussch. Essays de Phys. §. 961. Les tems employés à produire ces effets, ou à réduire les corps à l'état du milieu ambiant sont différens, suivant leurs volumes respectifs, leurs densités, leurs figures, leurs natures particulieres, &c.

2. Un corps très-chaud placé dans un milieu froid se refroidit peu à peu, d'abord fort vite, ensuite plus lentement, comme il est naturel de s'y attendre. Ce fait se trouve d'ailleurs confirmé par les expériences du Docteur Musschenbroek (a). Mais ce Physicien n'entreprit pas de faire voir suivant quelle règle, ce refroidissement s'opéroit, &

(a) Tent. Exper. Acad. del Ciment. Add. II. p. 47-57.

SUR LE RÉFROIDISS. DES CORPS. 69
s'il se faisoit d'une maniere réguliere.
Il affirme seulement (b) en général
d'après ses expériences, que des quan-
tités données de chaleur se perdent en
des tems d'abord très-courts, mais dont
la durée augmente ensuite peu à peu,
jusqu'à ce que le refroidissement soit
très-lent, & que la chaleur du corps
devienne enfin égale à celle du milieu
ambiant.

3. Les idées du Chevalier Newton
(c) sur ce sujet sont très-belles, quoi-
qu'elles n'aient pas été bien entendues
par M. Amontons (d). Ayant fait chauf-
fer un morceau de fer jusqu'à ce qu'il
fût rouge, & ayant ensuite observé
avec toutes les précautions nécessaires,
les degrés & les tems de la diminution
de sa chaleur, lorsqu'il fut exposé à
l'air froid; il s'imagina, & non sans
une grande apparence de raison, que
tandis qu'il se refroidissoit, les quan-
tités de chaleur perdues, en de petits
tems donnés, étoient toujours propor-

(b) *Ibid.* p. 52.

(c) *Phil. Transf. abr.* IV. 2. p. 3.

(d) *Mém. de l'Acad. des Scienc.* 1703. p. 238.

tionnelles aux chaleurs qui y restoient , regardant la chaleur d'un corps précisément comme l'excès dont il surpasse la température de l'air ambiant. Enforte que depuis le commencement de la plus grande chaleur du morceau de fer jusqu'à la fin , ou jusqu'au tems auquel il devient de la température de l'air ambiant , prenant les tems en progression arithmétique , la chaleur du fer au-dessus de celle de l'air & les décroissemens de cette chaleur seront continuellement proportionnels. Car s'il y a une suite de quantités proportionnelles à leurs différences , ces quantités & ces différences seront en progression géométrique (e). D'où il suit que la diminution de chaleur dans un tel corps est comme la retardation d'un corps projeté , doué d'une certaine force imprimée originairement , & se mouvant dans un milieu avec une résistance toujours proportionnelle à sa vitesse. Et le progrès de ce décroissement de chaleur peut être déterminé par les mêmes démonstrations qu'on donne ordi-

(e) Newton , *Princip. II. Lem. I. p. 230.*

SUR LE REFROIDIS. DES CORPS. 71

nairement sur les vîtesses des corps qui éprouvent de pareilles résistances (f).

4. C'est sans doute une maniere très-ingénieuse de trouver & de déterminer ces chaleurs excessives, que le Thermomètre ordinaire ne peut supporter. Mais on ne peut pas alors l'admettre sans quelque restriction. L'hypothese est plus Mathématique que Physique. La chaleur d'un corps ne décroît pas en effet exactement dans cette proportion. Car si cela arrivoit ainsi, le corps quoique se refroidissant continuellement, emploieroit un tems infini à se réduire à la température du milieu ambient (g). Ce qui se fait cependant en un espace de tems assés court ; plutôt ou plus tard, suivant sa chaleur primitive, le volume, la densité, ou autres circonstances du corps échauffé & du milieu refroidissant.

5. Si vous plongés un corps échauffé dans un air froid ou autre milieu froid, ce corps acquerra une sorte d'atmosphère autour de lui, un peu plus chau-

(f) Newton *ibid.* prop. 2. Varign. Mem. de l'Acad. 1707. p. 504. &c.

(g) Voyez Varign. *ibid.* p. 507. 509.

de que le reste du fluide ambiant ; quoique considérablement plus froide que le corps lui-même : en sorte que le froid environnant ne peut affecter le corps , autant que s'il étoit entièrement nu & privé de son atmosphère. Mais comme cette atmosphère est la plus chaude au commencement , & qu'elle se refroidit peu à peu avec le corps , le froid environnant aura une plus grande influence proportionnelle vers la fin qu'au commencement. De-là vient que quoique le corps emploie en total un plus long espace de tems à se refroidir , les décroissemens différentiels seront dans une proportion un peu plus grande que ses quantités inhérentes de chaleur.

6. Mais par quel moyen déterminerons-nous la loi de ce décroissement , & combien il peut s'écarter de la loi simple & générale par laquelle ces décroissemens seroient proportionnels à ces quantités de chaleur inhérentes ? Je ne m'appuierai sur aucune spéculation pour parvenir à cette découverte ; mais j'aurai recours à l'expérience comme le guide le plus assuré. Des observations

tions faites avec soin & judicieusement appliquées , conduiront indubitablement dans le droit chemin , ou du moins ne permettront gueres de s'en écarter. Or je trouve par plusieurs observations , que les décroissemens de chaleur peuvent être regardés comme en partie égaux , & en partie en proportion des chaleurs restantes ; imaginant , comme dans l'hypothese précédente , que ces chaleurs sont les excès dont la chaleur du corps surpasse celle de l'air ambient. Par conséquent , prenant les tems en progression arithmétique depuis le commencement jusqu'à la fin , ces décroissemens peuvent être résolus en deux suites. Dans l'une , qui pour l'ordinaire est la plus importante , ils sont toujours en raison des chaleurs elles-mêmes , & ainsi en proportion géométrique , comme dans la Théorie générale ; tandis que dans l'autre suite , qui est de moindre conséquence , les décroissemens sont comme les tems , ou toujours uniformes , c'est-à-dire , qu'il se perd des quantités de chaleurs égales dans des tems égaux. Et par conséquent la loi

de ce décroissement de chaleur revient à celle de la retardation d'un corps pesant, lequel monte perpendiculairement dans un milieu qui lui résiste en raison de sa vitesse (h).

7. Pour appuyer de l'observation tout ce que nous venons d'avancer, je choisis principalement les expériences du Docteur Muffchenbroek, qui ont été faites avec assés d'exactitude, & qui d'ailleurs sont à l'abri d'un soupçon dont les miennes n'auroient peut-être pas été exemptes. Ce Philosophe ne les avoit sûrement point entreprises dans la vue d'établir ma Théorie, quoiqu'elles m'aient réellement conduit à la découvrir.

(h) Voyez Newton, *ibid.* p. 3. Varign. Mém. de l'Acad. des Scienc. 1708. p. 175, &c.

SUR LE REFROIDISS. DES CORPS. 75

Dans une petite barre de Fer. Muff-
chenbr. *Tent. Acad. Cim. Add. II.*
p. 48.

Temps	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant l'Ob- serva- tion.	Degrés de chaleur perdus, suivant la premiere confidéra- tion.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant la seconde confidé- ration.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant le calcul.	Diffé- rences.
1	62.5	59.4	1.2	60.6	—1.9
2	106	99	2.4	101.4	—4.6
3	128.0	125.7	3.6	129.3	+0.7
4	148.8	143.6	4.8	148.4	—0.4
5	161.8	155.6	6	161.6	—0.2
6	170.4	163.6	7.2	170.8	+0.4
7	176.5	169	8.4	177.4	+0.9
7½	180	171	9	180.	0

Dans une petite barre d'Acier. *ib.* p. 49.

1	61.5	56.1	0.5	56.6	—4.8
2	94	95.2	1	96.2	+2.2
3	120	122.4	1.5	123.9	+3.9
4	141.5	141.4	2	143.4	+1.9
5	158.4	154.6	2.5	157.1	—1.3
6	167.7	163.8	3	166.8	—0.9
7	174.7	170.2	3.5	173.7	—1
8	179	174.7	4	178.7	—0.3
9	182.6	177.8	4.5	182.3	—0.3
10	185	180	5	185	—0

Dans une petite barre de Cuivre.

Ibid. pag. 50.

Temps	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant l'Obser- vation.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant la premie- re confi- dération	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant la seconde confidé- ration.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant le calcul.	Diffé- rences.
1	76	71.4	0.8	72.2	—3.8
2	124.5	115.8	1.6	117.4	—7.1
3	141.2	142.2	2.4	144.6	+3.4
4	160.5	158.7	3.2	161.9	+1.4
5	171.6	168.8	4	172.8	+1.2
6	179.2	175.1	4.8	179.9	+0.7
7	184.4	178.9	5.6	184.5	+0.1
7 ² ₁₁	185	179.3	5.7	185	0

Dans une petite barre de Cuivre jaune.

Ibid. pag. 51.

1	120	114.1	1.5	115.6	—4.4
2	187	185	3	188	+1
3	232.6	228.7	4.5	233.2	+0.6
4	260.8	255.8	6	261.8	+1
5	280.2	272.6	7.5	280.1	—0.1
6	291	283	9	292	+1
7	300	289.5	10.5	300	0

Dans une petite barre de Plomb.

Ibid. pag. 51.

Temps	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant l'Obser- vation.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant la premie- re confi- dération	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant la seconde confidé- ration.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant le calcul.	Diffé- rences.
1	125	114	0. 1	114.1	—9. 9
2	177	174.6	0. 2	174.8	—2. 2
3	208	207	0. 4	207.4	—0. 6
4	225	224.3	0. 5	224.8	—0. 2
5	234	233.5	0. 6	234.1	+0. 1
6	239.1	238.4	0. 7	239.1	0
7	241.7	241	0. 8	241.8	+0. 1
8	243.2	242.4	0. 9	243.3	+0. 1
8 ³ ₄	244	243	1	244	0

Dans une petite barre d'Etain. *ib. p. 52.*

1	61.4	61	0. 5	61.5	+0. 1
2	96.6	96.2	1	97.2	+0. 6
3	120	116.5	1. 5	118	—2
4	132.7	128.1	2	130.1	—2. 6
5	139.1	134.8	2. 5	137.3	—1. 8
6	142.4	138.7	3	141.7	+0. 7
6 ⁴ ₅	144	140.6	3. 4	144	0

J'ai trouvé que dans un petit Ther-
momètre de Mercure , échauffé au

108^{me} degré & exposé à l'air libre ;
la chaleur décroissoit dans cet ordre.

Temps	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant l'Ob- servation.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant la premie- re confi- dération	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant la seconde confidé- ration.	Degrés de cha- leur per- dus, sui- vant le calcul.	Diffé- rences.
0 $\frac{1}{2}$	13	13.6	0.4	14	+1
1	25	24.1	0.8	24.9	—0.1
1 $\frac{1}{2}$	34	32	1.2	33.2	—0.8
2	40	38.1	1.6	39.7	—0.3
2 $\frac{1}{2}$	45.5	42.8	2	44.8	—0.7
3	49.5	46.4	2.4	48.8	—0.7
3 $\frac{1}{2}$	52.5	49.1	2.8	51.9	—0.6
4	55	51.2	3.2	54.4	—0.6
4 $\frac{1}{2}$	56.5	52.8	3.6	56.4	—0.1
5	58	54	4	58	0

8. Les décimales de degrés sont calculées & marquées ici telles qu'elles résultent de la réduction arithmétique des nombres : Non que je veuille prétendre à une exactitude imaginaire, soit dans mes expériences, soit dans celles qui sont rapportées d'après le Docteur Musschenbroek. Les mesures & les observations de ce genre ne sont susceptibles que d'une approximation,

SUR LE REFROIDISS. DES CORPS. 79
à la vérité géométrique. Toutes nos machines sont imparfaites. Le Pyromètre du Docteur Musschenbroek étant construit avec des roues dentées, des pignons, &c. ne peut se mouvoir, comme il l'avoue lui-même (i), avec toute la régularité qui seroit à souhaiter; & peut-être aussi les corps échauffés ou refroidis ne sont-ils pas entièrement homogènes (l), ce qui fait que les refroidissemens vont quelquefois comme par sauts : & en conséquence nous trouvons dans le registre de ses Observations, des irrégularités qui sont inévitables dans des machines aussi composées & des corps imparfaits. Ainsi nous devons prendre un terme moyen dans ces observations, qui en général s'accordent très-bien avec la Théorie, quoiqu'elles diffèrent de quelques degrés par excès ou par défaut.

9. Cette loi du décroissement de chaleur dans des corps exposés à l'influence d'un courant uniforme d'air froid, nous met en état de trouver avec une

(i) *Tent. Exp. Acad. Cim. Add. II. p. 29.*

(l) *Ibid. p. 30. 31. 32.*

certaine exactitude l'intensité de ces grandes chaleurs qui ne peuvent se mesurer par aucuns Thermomètres connus jusqu'ici. La chaleur des métaux rougis, ou même en fusion, des pierres qu'on calcine, du verre fondu, &c. peut être déterminée par ce moyen. Car lorsqu'on les a amenés à la chaleur proposée, par le moyen d'un feu violent, nous devons observer avec soin les tems de leur refroidissement, & en leur appliquant un Thermomètre de Mercure, dès qu'il peut résister à leur chaleur, nous parvenons à déterminer assez exactement les décroissemens de chaleur au-dessous de ce période; & de-là, en nous élevant dans une suite régulière, nous sommes en état de trouver les degrés de chaleur depuis ce point jusqu'au commencement de son refroidissement, ou jusqu'au moment qu'il a été tiré du feu.

10. Je sçai bien que cette loi du décroissement de chaleur n'aura pas toujours lieu exactement dans tous les cas. Si le corps échauffé est très-gros, & qu'il se trouve dans un air renfermé, il acquiert autour de lui

une atmosphere chaude & presque immobile , qui augmente & s'étend plus loin pendant un tems considerable ; & ensuite elle diminue par degrés , & se réduit à rien lorsque la chaleur finit. Par-là ce corps ne se refroidit pas si-tôt ni d'une maniere si réguliere, que s'il étoit continuellement exposé à un courant d'air frais. Dans ces circonstances , il sera difficile , pour ne pas dire impossible , de réduire le décroissement de chaleur à une suite réguliere de nombres. Cependant nous pouvons, même dans ce cas, aussi-bien que dans le décroissement de chaleur plus régulier , dont nous avons parlé ci-devant , trouver un moyen d'exprimer les différens degrés dans toutes ses diverses périodes de tems , & de les représenter à l'œil , au moins aussi distinctement que si on les exprimoit en nombres , & cela par une espece de méthode géométrique.

11. Soit exprimé le tems que le corps emploie à se refroidir , par la ligne AT , la quantité de chaleur perdue (qui est son excès sur celle du milieu ambient) par AH qui lui est perpendiculaire. AT étant divisée en un

nombre quel-
conque de
très - petites
parties éga-
les AB, BC,
CD, &c. don-
ne AB, AC,
AD &c. c'est-
à - dire, les



tems qui croissent depuis le commen-
cement en une progression arithméti-
que. Et dans AH les lignes Ab, bc,
cd &c. sont supposées exprimer les dé-
croissemens de chaleur dans ces petits
tems respectifs. Ensorte que Ab, Ac,
Ad, &c. sont les quantités de cha-
leur perdues, depuis le commencement
de l'observation, à un instant donné
quelconque, & HA, Hb, Hc, &c.
les chaleurs encore subsistantes aux
tems respectifs A, B, C, &c. Main-
tenant de B, C, D, &c. tirés les li-
gnes Bb, Cc, Dd, &c. paralleles à
AH, & de b, c, d, &c. tirés bb,
cc, dd, &c. paralleles à AT, ensorte
qu'elles se rencontrent respectivement
en b, c, d, e, &c. & par ces points de
concours décrivez la courbe A b c d e,

SUR LE REFROIDISS. DES CORPS. 83
 &c. Cette ligne courbe étant concave vers AT & convexe vers AH sera la courbe du décroissement de chaleur. AT peut être regardée comme l'axe, AB, AC, AD, &c. comme les Abscisses, & Bb, Cc, Dd, égales à Ab, Ac, Ad, comme ses ordonnées. On trouvera que cette courbe est une espèce d'hyperbole. Ainsi donc étant donnée une suite d'observations du décroissement de chaleur d'un corps quelconque, nous ferons en état de prolonger sur le papier, ou de calculer par quelque autre moyen, autant de cette ligne hyperbolique qu'il sera nécessaire pour trouver son centre, ses diamètres & ses Asymptotes, &c., de la prolonger autant qu'il nous plaira; & par-là de découvrir la chaleur du corps à une distance de tems déterminée quelconque, avant que nous puissions la connoître par le moyen du Thermomètre. Par cette méthode donc, en observant seulement les décroissemens de chaleur dans un morceau de fer, ou dans quelque autre corps très-chaud, dès qu'il est en état de supporter l'application d'un Thermomètre, pourvû qu'on

ait remarqué le tems qu'il a employé à venir à cette température, nous pouvons déterminer le degré de chaleur qu'il avoit au moment qu'il a été tiré tout rouge du fourneau. On peut ou calculer en remontant, suivant la suite de nombres trouvée par l'observation, ou prolonger sur le papier mécaniquement la courbe hyperbolique, ou l'échelle du décroissement de chaleur de la maniere qui vient d'être proposée. Car l'une ou l'autre de ces méthodes nous donnera avec assés d'exactitude la plus grande chaleur primitive que le corps avoit lorsqu'il a été tiré du feu. La premiere sera suffisante, si le corps chaud est très petit, ou s'il est continuellement exposé à un courant d'air frais : mais la seconde sera plus convenable, si l'air ambiant est dans un état de stagnation ou peu agité

12. Nous voyons donc que depuis le premier instant du refroidissement des corps, les quantités de chaleur perdues dans des tems donnés vont toujours en diminuant, jusqu'à ce que la chaleur & par conséquent ces décroissemens de chaleur s'évanouissent en-

SUR LE REFROIDISS. DES CORPS. 85
tierement , & que le corps soit réduit
à la température de l'air ambient , &
tout cela avec assés de régularité.
L'échauffement des corps ne se fait pas
avec autant d'ordre ; nous avons à cet
égard quelques expériences fort cu-
rieuses de l'ingénieux Professeur Mus-
schenbroek (m) ; dont il infere avec ju-
stice que la raréfaction ou l'échauffe-
ment des corps n'est pas uniforme ,
mais qu'il est très-lent au commence-
ment ; comme si le feu avoit d'abord
quelque difficulté à pénétrer le corps ,
difficulté qui diminue peu à peu ; la
raréfaction, ou les accroissemens de cha-
leur en des tems donnés devenant bien-
tôt fort considérables. Ces accroisse-
mens arrivent en fort peu de tems à
leur plus haut période ; & alors ils dimi-
nuent par degrés jusqu'à ce qu'ils s'éva-
nouissent entierement , le corps échauf-
fé acquerrant la température du milieu
environnant (n). J'ai trouvé toutes ces
remarques très-vraies par les experien-
ces que j'ai faites sur ce sujet ; & j'aurai

(m) *Tent. Exp. Acad. Cim. add.* II. p. 24-28,
34-43.

(n) *Ibid.* p. 29-32. 39.

bientôt occasion d'en rapporter quelques-unes.

13. Que les corps se refroidissent ou s'échauffent plutôt ou plus tard, suivant leurs différens volumes, leurs densités, leurs figures, &c. c'est ce qu'on ne peut révoquer en doute. Il n'y a personne qui ne se persuade sans peine, qu'une quantité donnée de la même sorte de matiere sera plus aisément ou plus difficilement refroidie ou échauffée, selon que sa surface est plus ou moins grande; & par conséquent que cela doit varier suivant les différentes figures de cette matiere. Ainsi des corps d'une forme sphérique, ayant la plus grande quantité de matiere sous la moindre surface, sont, *cæteris paribus*, les plus lents à s'échauffer ou à se refroidir, & ainsi des autres figures des corps, suivant leurs proportions de surface plus ou moins grandes.

14. A l'égard de leur différence de volume, personne ne doute que les grands corps ne changent leur température plus lentement que les petits : *Quò minor est corporis moles*, dit le Chan-

celier Bacon (o), *ed citius per corpus calidum approximatum incalescit*. Mais dans quelle proportion à leur volume, c'est ce qu'il n'est pas aussi aisé de déterminer. Ecoutons ce que dit là-dessus le chevalier Newton (p): *Globus major calorem diutius conservaret in ratione diametri, propterea quod superficies (ad cujus mensuram per contactum aeris ambientis refrigeratur) in illâ ratione minor est pro quantitate materiæ suæ calidæ inclusæ. Suspicion tamen quod duratio caloris, ob causas latentes augeatur in minore ratione quam ea diametri: & optimam rationem veram per experimenta investigari.*

15. Pour suivre les intentions de ce grand homme, je commençai à faire quelques expériences que je me proposois de pousser plus loin, si mes occupations me l'eussent permis. Cependant, par les essais que j'ai faits, je crois que nous avons de très-bonnes raisons pour conclurre que c'est avec justice qu'il avoit pensé que la faculté de

(o) *Nov. Organ.* II. 13. §. 40.

(p) *Princip. Mathem.* p. 509.

conserver la chaleur étoit proportionnelle aux diametres des corps semblables , & que c'est sans fondement qu'il avoit conjecturé que cette faculté n'étoit pas dans les grands corps en une proportion aussi grande que celle des diamètres.

16. Je pris deux vaisseaux de porcelaine à peu près de la même figure , mais de volumes très-différens. Toutes les dimensions du grand étant deux fois plus longues que celles de l'autre , qui par conséquent tenoit huit fois moins de liqueur. Dans le grand A je mis deux pintes , & dans l'autre B un demi-septier d'eau , qui dans tous les deux étoit réduite à la température du 112^{me} degré par le moyen d'un Thermomètre exact plongé dans chacun d'eux. Et les ayant aussi-tôt transportés dans un lieu frais où il y avoit un courant d'air modéré de la température d'environ 48 ou 49 degrés , j'observai que le refroidissement de ces vases se faisoit exactement dans les tems suivans.

Degrés de chaleur.	Temps en B		
	Temps en A.	Par Ob- servation.	Par Théo- rie.
112	0 min.	0 min.	0 min.
104	10 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$
96	21 $\frac{1}{4}$	11	10 $\frac{1}{8}$
80	54 $\frac{1}{2}$	28	27 $\frac{1}{4}$
72	81	42	40 $\frac{1}{2}$
64	118	61	59
56	194	99	97

L'expérience fut répétée le même jour, mais dans un lieu où l'air environnant n'avoit point de courant, & presque aucune autre agitation que celle qui étoit occasionnée par les mouvemens que je faisois pour mes observations. Le résultat fut comme il suit.

Degrés de chaleur.	Temps en B		
	Temps en A.	Par Ob- servation.	Par Théorie.
112	0 min.	0 min.	0 min.
104	10	6	5
100	16	9	8
96	23	12 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$
92	31	16	15 $\frac{1}{2}$
88	40	21	20

Le Thermomètre dans le petit vase étoit au commencement un peu au-dessus du 112^{me} degré, ce qui fut cause qu'il ne descendit à tels ou tels degrés de chaleur qu'environ une minute plus tard que la Théorie ne le demandoit. Il en fut aussi à peu près de même dans l'expérience précédente. Et si on a égard, comme on le doit, à ces petites variations, on trouvera que la Théorie s'accorde avec l'observation d'une manière surprenante; beaucoup plus même qu'on n'avoit lieu de l'attendre dans de pareilles expériences, où l'on sçait que les instrumens ne peuvent jamais parvenir à l'exactitude mathématique. Une erreur insensible dans la construction de ces Thermomètres, ou une méprise très-peu considérable, comme d'un quart ou de la moitié d'un degré, en faisant l'observation, occasionneroit une différence très-sensible entre le tems actuellement observé, & celui que la Théorie demanderoit.

Je voulus répéter cette expérience sur des corps dont les volumes fussent encore plus différens entr'eux. Et pour

cela, la chaleur de l'air étant de 43 degrés, je remplis deux vaisseaux l'un d'un demi-septier & l'autre de 27 demi-septiers d'eau, leurs diametres respectifs étant comme 1 à 3 ; & les refroidissemens se firent dans cet ordre.

Tems en B

Degrés de chaleur.	Tems en A.	Par Observation.	Par Théorie.
108	0 : 00	0 : 00	0 : 00
104	5 : 20	1 : 30	1 : 46
100	10 : 00	3 : 20	3 : 20
96	15 : 45	5 : 05	5 : 15
92	22 : 10	7 : 10	7 : 23
88	30 : 00	9 : 00	10 : 00
84	39 : 00	11 : 15	12 : 20
80	48 : 20	14 : 00	16 : 07
76	57 : 00	17 : 30	19 : 00
64	101 : 00	33 : 10	33 : 40

Si on faisoit aussi ces expériences sur d'autres fluides ou sur des solides de toutes sortes de volumes, & sur des corps plongés dans différens milieux, &c. je suis persuadé qu'on en trouveroit, comme ci-devant, le résultat conforme à la règle de M. Newton.

17. Voyons maintenant si la Thé-

rie ordinaire, suivant laquelle les corps doivent s'échauffer & se refroidir plutôt ou plus tard à mesure qu'ils sont moins denses ou qu'ils le sont davantage, est aussi conforme à la nature & à la vérité. C'est effectivement une spéculation fort plausible & une conséquence qu'on est porté à tirer de la force d'inertie de la matière, que les corps rares sont bien-tôt échauffés ou refroidis, mais que les corps denses sont affectés bien plus lentement par la chaleur & le froid du milieu environnant. (q) *Susplicamur (naturam densi & rari) posse habere consensum cum tarda & celeri exceptione & depositione calidi & frigidi. Fiat igitur experimentum, si rarius corpus non admittat & amittat calorem aut frigus celerius, densius vero tardius. Quò densiora corpora, dit le Docteur Boerhaave (r), sive fluida fuerint sive consistentia, eò pluri tempore egent, ut ab eodem igne æqualiter incallescant. Et pareillement à l'égard du refroidissement des corps, il nous dit (s):*

(q) Bacon *Hist. Dens. Sc.* p. 17.

(r) *Chem. I.* p. 279 & p. 266.

(s) *Ibid.* p. 264.

Corpora acceptum caloris gradum tantò diutius conservare , quò sunt densiora , ponderosiora , aut plus substantiæ corporeæ habentia. En un mot, quò densa magis corpora , eò diutius impressi calidi tenacia.—Tantò pluri tempore egent ut possint redire ad temperiem cum rarioribus , citius refrigerandis.

Cette regle que les corps emploient à s'échauffer & se refroidir des tems proportionnels à leurs densités, est, dis-je, une spéculation fort plausible, & à laquelle on est d'abord porté de souscrire. Et de plus, cette proposition si probable en Théorie, est encore regardée comme confirmée par des expériences, ainsi que le rapporte le Docteur Boerhaave. *Multa super hac re cogitanti, dit-il, observatum certe id fuit, eò citius calefcere ab eodem igne corpus quò rarius fuerit; eò lentius autem refrigerari calefactum semel, quò densius fuerit, eò citius refrigescere quò rarius erat.— Si vas aëre plenum, aliud aquâ, utrumque dein eidem calori exponitur, erit forte aër sic calidus millies rarior aquâ quoque ita calidâ, sed aqua conceptum tantò tardius calorem tantò diutius*

retinebit, ut aër fortè millies citiùs refrigeret. — Sit vas cavum parallelepipedum supra apertum, ex aëre, aquâ repletum; cui imponantur vasa cylindrica, vitrea, æqualia; repleta ad eandem altitudinem diversis pondere liquidis; dein supponatur ignis, ut aqua intra hoc vas assiduè mota æquabilissimè incalascet, cernemus nudo oculo liquidum levius, adeoque rarius, citissimè expandi, densius vero multò lentiùs; quin & thermoscopia imposita idem docebunt. Calefcit ocysime aër, dein alcohol, oleum Petrolei liquidissimum postea, tnm oleum Therebinthinae, mox aqua pura, dein aqua salsa, lixivium fortissimum, metalla, mercurius, aurum. Et quant à leur refroidissement il nous donne une expérience semblable, & avec un pareil succès. Si enim in aquâ ebulliente diversa pondere corpora æqualiter inde calefcunt, id diutissimè calidum manebit quod ponderosissimum; id citissime friget quod leve. Quousque autem hætenus per experimenta procedere datur, regula ferè generalis hæc habetur; vacuum Torricellianum calorem in eo genitum uno momento amittit. Aer calefactus in ollâ citissimè calorem concep-

tum perdit. Alcohol lentiore gradu. Aqua diutius quam alcohol. Argentum vivum tardius verò eodem calore refrigeratur. Ita inter solida quoque, lignum, saxum, metalla, iterum æqualiter calefacta, retinent quæsum calorem exactè tantò se. ius. Cette opinion que les corps ont la faculté de conserver leur température à proportion de leurs densités respectives, est encore appuyée par diverses considérations du Docteur Musschenbroek (t), qui fait le dénombrement des corps à cet égard dans l'ordre suivant (u). L'air, l'alcohol, l'huile de Pétrôle, l'huile de Therebentine, l'huile de semence de Rave, le vinaigre distillé, l'eau, l'eau salée, l'eau forte, l'huile de vitriol, l'esprit de nitre, le vif-argent.

18. Je ne connois pas d'exemple plus frappant que celui-là de la foiblesse, ou si je l'ose dire de la présomption de l'esprit humain, à prononcer trop rapidement sur la nature des choses, en conséquence de quelque Théorie géné-

(t) Essais de Physique, §. 969.

(u) Ibid. §. 944.

rale mal-fondée. Cette regle, suivant laquelle les corps acquierent des degrés donnés de chaleur ou de froid, *cæteris paribus*, dans des tems réciproquement proportionnels à leurs densités, quoiqu'assés plausible en Théorie, ne se trouve point vraie par l'expérience. L'air est à la vérité échauffé & refroidi plutôt qu'aucun autre fluide que j'aie pu observer, mais non pas dans une proportion aussi différente que son extrême rareté, comparée avec la densité des autres fluides, le demandoit. Et l'eau est plus lente à s'échauffer & à se refroidir que l'huile ou l'alcool : mais ce qui est directement contraire à toute cette belle Théorie, le vif-argent qui est le fluide le plus dense, à l'exception seulement de l'or fondu, est cependant le plus mobile après l'air : Il s'échauffe & se refroidit plutôt que l'eau, l'huile, ou même que l'esprit de vin rectifié.

Ayant pris environ 15 onces de mercure & $\frac{1}{4}$ de ce poids d'eau, en sorte que leurs volumes étoient à peu près égaux, je les ai mis dans deux verres fort minces de même grandeur, avec

SUR LE REFROIDISS. DES CORPS. 97
 un Thermomètre dans chacun d'eux :
 & après les avoir laissé reposer long-
 tems dans l'air froid , jusqu'à ce que
 les Thermomètres fussent arrêtés pré-
 cisément au degré 46 , je les mis à
 terre en même-tems l'un près de l'au-
 tre devant un grand feu à une distance
 considérable , mais enforte que la cha-
 leur agissoit également sur ces corps.
 Alors les Thermomètres qui étoient
 fort semblables l'un à l'autre & égale-
 ment mobiles , firent voir que dans ces
 tems marqués les fluides respectifs s'é-
 chauffoient dans l'ordre suivant.

Temps min.	L'eau s'échauf- fant. degr.	Le mercure s'échauffant. degr.
0 ou commen- cement.	46	46
3	51	56
6	57	76
9	62	73
12	66	78
15	70	82
18	73	84
21	76	86
24	77 $\frac{1}{2}$	86 $\frac{1}{2}$
27	79	87
30	80	87

Tems.	L'eau s'échauffant.	Le mercure s'échauffant.
33	80 $\frac{1}{2}$	87
36	81	87
39	82	88
42	84	90
45	85	92
48	87	93 —
51	87 $\frac{1}{2}$	93 +
54	88	93 +
57	88 $\frac{1}{2}$	93 +
60	89	93

Ensuite l'eau & le vis-argent étant réduits tous deux à la même température du 39^{me} degré, furent posés en même-tems sur une fenêtre ouverte où la température de l'air étoit au degré 52; & les deux Thermomètres firent connoître que les fluides se refroidissoient dans cet ordre.

Tems. min.	L'eau se refroidissant. degr.	Le mercure se refroidissant. degr.
0	89	89
3	85 $\frac{1}{2}$	81 $\frac{1}{2}$
6	82	76
9	79	72

Tems.	L'eau se refroidissant.	Le mercure se refroidissant.
12	76	68
15	$73\frac{1}{2}$	65
18	$70\frac{1}{2}$	$61\frac{1}{2}$
21	68	$59\frac{1}{2}$
24	66	58
27	$64\frac{1}{2}$	57
30	63	56
33	62	$55\frac{1}{2}$

Nous voyons ici que l'eau , au lieu d'acquérir ou de perdre une quantité donnée de chaleur 13 ou 14 fois plutôt que le vif-argent , ainsi que cela devoit arriver suivant la Théorie commune , est environ deux fois plus longue que le mercure à s'échauffer & à se refroidir. Si les verres eussent été plus minces , peut-être que le mercure auroit paru se refroidir encore un peu plus promptement. Et comme le feu n'agissoit pas également pendant tout le tems , il y eut aussi quelques petites irrégularités occasionnées par-là.

Comme cette expérience est si différente de l'opinion commune , & de ce qu'attendoient tous ceux à qui j'en

100 DISSERTATION

ai parlé, je la répétais de nouveau avec les mêmes précautions, mais sur de plus grands volumes de fluides, prenant près de 48 onces de mercure, & $3\frac{1}{2}$ onces d'eau, leurs quantités étant entr'elles comme $13\frac{1}{2}$ à 1; & ainsi leurs volumes se trouvant exactement égaux. Le résultat de l'observation fut tel qu'il suit.

Tems min.	L'eau s'échauf- fant. degr.	Le mercure s'échauffant. degr.
0	48	48
4	52	58
8	$57\frac{1}{2}$	69
12	63	78
16	68	$84\frac{1}{2}$
20	$72\frac{1}{2}$	$89\frac{1}{2}$
24	77	$92\frac{1}{2}$
28	80	95
32	83	$96\frac{1}{2}$
36	85	97
40	87	98
44	89	99
48	91	100
52	$92\frac{1}{4}$	100
56	$93\frac{1}{2}$	100
60	94	$99\frac{1}{2}$

Ces deux fluides furent réduits à la chaleur du 92^{me} degré, & ensuite transportés dans un air de la température du 51^{me} degré; & ils se refroidirent dans l'ordre suivant; pendant ce tems-là l'eau s'évaporoit un peu & s'attachoit en gouttes aux parois du vaisseau.

Temps min.	L'eau se refroi- dissant. degr.	Le mercure se refroidit. degr.
0	92	92
4	88	85 $\frac{1}{2}$
8	85	80 $\frac{1}{2}$
12	82	76
16	79 $\frac{1}{2}$	72 $\frac{1}{2}$
20	77	69 $\frac{1}{2}$
24	75	67
28	73	64 $\frac{1}{2}$
32	71 $\frac{1}{4}$	62 $\frac{1}{2}$
36	69 $\frac{1}{2}$	61
40	68	59 $\frac{1}{2}$
44	66 $\frac{3}{4}$	58 $\frac{1}{4}$
48	65 $\frac{1}{2}$	57
52	64 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$
56	63 $\frac{3}{4}$	55 $\frac{3}{4}$
60	62 $\frac{1}{2}$	54 $\frac{1}{2}$
64	61 $\frac{3}{4}$	54
68	61	53 $\frac{1}{2}$

19. Comme l'huile est plus tenace que l'eau , il y a plusieurs personnes qui s'imaginent qu'elle doit être plus lente à admettre les particules de chaleur & de feu , & à se refroidir ou à les laisser échapper. *Omnes Philosophi*, dit le Docteur Boerhaave (x), *cenferent olei tenacitate irretitum ignem longè diutius in oleo hæsurum*. Et une autre Théorie conduira à une nouvelle opinion. Lorsqu'on confidere que l'huile étant principalement composée de particules sulphureuses , doit être par conséquent , suivant les observations de Newton , sur les rayons de lumière & sur la chaleur , plus propre à attirer & à retenir la chaleur qui lui est appliquée. Mais combien toutes nos spéculations sur la nature des choses difficiles à pénétrer , sont-elles foibles & trompeuses ? Le Docteur Boerhaave , contre cette dernière Théorie , fait échauffer & refroidir l'eau plus lentement que l'huile , & cela exactement à proportion de leurs densités respectives. *Bina æqualia vasa accepi , quo-*

(x) *Element. Chem.* p. 263. tom. 1.

rum unum aquâ , oleo implevi olivarum alterum. Ambo reposui in vase , in quo feci ebullire aquam , retinui in illâ ebulliente aquâ , donec certus essem utrosque liquores eodem bullientis aquæ gradu æquè calefactos ; exemi tum ex eo vase , reposui in eodem ambo aère , ut viderem tempus , quo uterque liquor reducebatur ad eundem refrigerationis gradum ; atque inveni , pro ratione ponderis comparati , prorsus æquale. Je ne trouve pas cela non plus exactement vrai. L'huile à la vérité s'échauffe & se refroidit plus vite que l'eau : mais , ce qui est contraire à toutes les Théories , beaucoup plutôt que la différence du poids spécifique ne l'exige. L'huile d'olive n'est que de $\frac{1}{10}$ plus légère que l'eau : mais elle s'échauffe & se refroidit plutôt en une proportion beaucoup plus grande. Cet excès n'est pas à la vérité toujours le même. Il n'y a pas autant d'uniformité qu'à l'égard du vif - argent. Dans le commencement il n'y a pas grande différence , alors l'eau emploie environ $\frac{1}{4}$ plus de tems à acquérir ou à perdre des quantités données de chaleur que l'huile. Mais dans

la suite de l'expérience , la différence augmente toujours de plus en plus , jusqu'à ce que vers la fin l'eau devienne presque deux fois plus longue à s'échauffer & à se refroidir que l'huile , prenant les tems depuis le commencement de l'observation ; comme dans les expériences suivantes.

Tems min.	L'eau s'échauf- fant. degr.	L'huile s'échauffant. degr.
0 ou commen- cement.	50	50
8	54	54
16	63	66
24	71	78
28	75	83
32	79	88
36	82	93
40	85 $\frac{1}{2}$	96 $\frac{1}{2}$
44	88	99 $\frac{1}{2}$
48	91	102
52 le feu dimi- nuant.	94	105
56	96	107
60	99	109
64	101	110 $\frac{1}{2}$
68	103	111 $\frac{1}{2}$
72	104	111 $\frac{1}{2}$
76	104 $\frac{1}{2}$	111 $\frac{1}{2}$

Ces deux liqueurs étant réduites l'une & l'autre à la température du 108^{me} degré, je les exposai à un air qui se trouvoit entre le 50^{me} & le 51^{me} degré, & elles se refroidirent dans l'ordre suivant.

Temps min.	L'eau se refroidissant. degr.	L'huile se refroidissant. degr.
0	88	108
4	104	102
8	100	96
12	96 $\frac{1}{2}$	90
16	94	86
20	91 $\frac{1}{2}$	81 $\frac{1}{2}$
24	88 $\frac{1}{2}$	77 $\frac{1}{2}$
28	86	74
32	84	72
36	82	70
40	81	68
44	79 $\frac{1}{2}$	66 $\frac{1}{2}$
48	78	65
52	76 $\frac{1}{2}$	63 $\frac{1}{2}$
56	75	62 $\frac{1}{2}$
60	74	61 $\frac{1}{2}$
68	71 $\frac{1}{2}$	60
76	69 $\frac{1}{2}$	58 $\frac{1}{2}$
84	67 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{1}{2}$

L'expérience de l'échauffement & du refroidissement de l'huile fut répétée de la manière suivante.

Temps min.	L'eau s'échauffant. degr.	L'huile s'échauffant. degr.
0	45	45
4	$45\frac{1}{2}$	46
8	49	50
12	$52\frac{1}{2}$	$55\frac{1}{2}$
16	$57\frac{1}{2}$	62
20	$61\frac{1}{2}$	69
24	65	74
28	$68\frac{1}{2}$	$78\frac{1}{2}$
32	$71\frac{1}{2}$	$82\frac{1}{2}$
36	$74\frac{1}{2}$	86
40	77	$88\frac{1}{8}$
44	79	$90\frac{1}{2}$
48	81	93
52	83	95
56	$84\frac{1}{2}$	96
60	86	97
64	87	98
68	88	$98\frac{1}{2}$
72	89	99
76	91	$100\frac{1}{2}$
80	92	102
84	$93\frac{1}{2}$	103

88	$94\frac{1}{2}$	$103\frac{1}{2}$
92	$94\frac{3}{4}$	$143\frac{3}{4}$
96	95	104

Ces deux liqueurs étant réduites à la chaleur de 96 degrés , & placées dans une grande chambre dont la Température étoit d'environ 45 degrés ; elles se refroidirent dans cet ordre.

Temps min.	L'eau se refroidissant. degr.	L'huile se refroidissant. degr.
0	96	96
4	92	90
8	89	85
12	86	80
16	$83\frac{1}{2}$	$76\frac{1}{2}$
20	$81\frac{1}{2}$	73
24	$79\frac{1}{2}$	70
28	$77\frac{1}{2}$	$67\frac{1}{2}$
32	$75\frac{1}{2}$	$65\frac{1}{2}$
36	74	$63\frac{1}{2}$
40	$72\frac{1}{2}$	$61\frac{1}{2}$
44	71	60
48	$69\frac{1}{2}$	$58\frac{1}{2}$
52	68	$57\frac{1}{2}$
56	67	$56\frac{1}{2}$

Tems	L'eau se réfroidissant.	L'huile se réfroidissant.
60	66	55 $\frac{1}{2}$
68	64 $\frac{1}{2}$	54
76	62 $\frac{3}{4}$	52 $\frac{3}{4}$
84	61 $\frac{1}{4}$	51 $\frac{3}{4}$
92	59 $\frac{3}{4}$	51
100	58 $\frac{1}{2}$	50 $\frac{1}{2}$
116	56	49
132	54	48
148	52 $\frac{1}{2}$	47 $\frac{1}{2}$
180	50 $\frac{3}{4}$	46 $\frac{1}{2}$
212	49	45 $\frac{1}{2}$
244	47 $\frac{3}{4}$	45 $\frac{1}{4}$
276	47	45
340	46	45

20. *L'échauffement* & le refroidissement de l'eau & de l'esprit de vin rectifié se firent de la maniere qui suit.

Tems min.	Echauffement de l'eau. degr.	Echauffement de l'esprit- de-vin.
0	52	52 $\frac{1}{2}$
4	53	54
8	56 $\frac{1}{2}$	59 $\frac{1}{2}$
12	61	65 $\frac{1}{2}$
16	65	71

SUR LE REFROIDISS. DES CORPS. 109

Temps	Echauffement de l'eau.	Echauffement de l'esprit de-vin.
20	69	76
24	73	81
28	77	85
32	80	88
36	83	91
40	85 $\frac{1}{2}$	93 $\frac{1}{2}$
44	88	96 $\frac{1}{2}$
48	90	97 $\frac{1}{2}$
56	92 $\frac{1}{2}$	99 $\frac{1}{2}$
60	94	100
64	95	100

Ces fluides furent réduits à la chaleur de 95 $\frac{1}{2}$ degrés, & exposés à l'air libre de la température de 57 ou 58 degrés où ils se refroidirent dans cet ordre.

Temps min.	Réfroïdissement de l'eau. degr.	Réfroïdissement de l'esprit- de vin.
0	95 $\frac{1}{2}$	95 $\frac{1}{2}$
4	91 $\frac{1}{2}$	90 $\frac{1}{2}$
8	88	86
12	85	82 $\frac{1}{2}$
16	82 $\frac{1}{2}$	79

Tems min.	Refroidissement de l'eau. degr.	Refroidissement de l'esprit- de-vin.
20	80	75 $\frac{1}{2}$
24	78	73
28	76	71
32	74	69
36	72 $\frac{1}{2}$	68 $\frac{1}{2}$
40	71	67
44	70	66 $\frac{1}{4}$
48	69	65 $\frac{1}{2}$
52	68	64
68	65	62
84	62 $\frac{1}{2}$	60 $\frac{1}{2}$

Ainsi nous voyons que l'esprit de vin s'échauffe & se refroidit plus vite que l'eau ; & cela dans une proportion beaucoup plus grande que la raison inverse de leur poids spécifique ne le demande , comme nous l'avons déjà observé de l'huile. Mais le vif-argent tout dense qu'il est , est encore plus mobile & plus facilement affecté par la chaleur & le froid qu'aucun de ces fluides. Je n'ai pas trouvé que l'eau-de-vie commune différât sensiblement de l'eau à cet égard.

21. La même Théorie , déduite apparemment de la doctrine générale de la force d'inertie de la matiere, conduit le Docteur Boerhaave (y) , & le Docteur Musschenbroek (z) , à établir comme un principe , que la faculté de refroidir d'autres corps étoit en raison de la densité du milieu refroidissant. *Corpora* , dit Boerhaave , *quæ ignem jam in se continent copiâ majore , quàm ambientia fluida , vel vicina corpora , illum ignem amittunt eò citiùs quò in fluidum densius immittuntur refrigerandi causâ. Quod ita intellectum velim : Sit aer , aqua , argentum vivum , in vasis ejusdem accuratè temperiei in omnibus his. Esto tum igniti ferri frustum triplex æquale perfectè ignitum. Unum horum trium relinquatur in aëre notatæ temperiei ; immergatur secundum in aquam accuratè tam frigidam quàm aër hoc tempore. Tertium verò intrudatur in argentum vivum etiam æquè frigidum , ac priores , aër & aqua : Quid fiet ? In raro aëre ferrum diu retinebit suum calo-*

(y) Elem. Chem. tom. 1 , p. 267.

(z) Essais de Physiq. §. 977.

rem , in aqua citius amittet , in argento vivo citissimè. Et quidem videtur in illâ aquâ ferè tantò resfrigérari citius , quantò hæc aère densior ; adeoque octingenties ocyus , in argento vivo fortè quaterdecies citiùs quàm in aquâ.

22. L'expérience fait encore voir que cette spéculation est mal fondée. Les tems du refroidissement des corps dans ces différens fluides ne different pas autant qu'on se l'imagine communément. Au lieu de 800 , un corps ne refroidit que 8 fois plus vîte dans l'eau que dans l'air ; & la vertu du vif-argent au lieu d'être quatorze fois plus grande que celle de l'eau , à cet égard , est presque la même ; il n'y a gueres que deux secondes de différence par minute.

L'air , l'eau & le vif-argent étant tous réduits à la température commune de 52 degrés , je plaçai successivement dans ces différens fluides un petit Thermomètre qui avoit été échauffé jusqu'au 112^{me} degré ; & j'observai avec soin les tems où il perdoit 56 degrés de chaleur , ou dans lesquels le mercure descendoit au 56^{me} degré , c'est-à-dire ,

SUR LE REFROIDISS. DES CORPS. 113
 dire , quatre degrés au - dessus de la
 chaleur des milieux ambients , & je
 trouvai par quatre expériences différen-
 tes , que les refroidissemens se faisoient
 ainsi.

	'	"	'	"	'	"	'	"
Dans l'air ,	8	: 45	8	: 30	8	: 20	8	: 25
Dans l'eau ,	1	: 04	1	: 03	1	: 04	1	: 04
Dans le vif- argent.	1	: 00	1	: 03	1	: 01	1	: 02

23. Cette doctrine de l'*échauffement*
 & du refroidissement des corps pour-
 roit être poussée beaucoup plus loin ,
 par le moyen de plusieurs autres expé-
 riences que mes occupations ne me
 permettent pas de faire actuellement.
 Je laisse ce soin à ceux dont la situation
 les met plus à portée de faire toutes les
 observations nécessaires à ce sujet : il
 me suffira de leur avoir fait naître l'i-
 dée de s'y appliquer.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637

ESSAI

SUR

L'HISTOIRE NATURELLE


ET EXPERIMENTALE

DES DIFFERENS DEGRES

DE CHALEUR

DES CORPS.






ESSAI

SUR

L'HISTOIRE NATURELLE ET EXPÉRIMENTALE *DES DIFFERENS DEGRÉS DE CHALEUR* DES CORPS.



A plupart des Anciens avoient d'étranges idées sur la nature de la chaleur. Ils s'imaginèrent que dans différens sujets, elle différoit en espece aussi-bien qu'en quantité. Ils parloient en termes magnifiques de la chaleur céleste, comme différant beaucoup par sa nature des chaleurs produites communément sur la Terre. Et même ils regardoient celles-ci comme étant de nature entierement différente dans les diverses sortes de corps terrestres. La chaleur du feu, ou de l'eau chaude,

ou des substances fermentantes, étoit regardée parmi eux comme d'un genre inférieur, & totalement distinct de la chaleur des animaux. Ils distinguoient aussi cette dernière en chaleur naturelle & en chaleur contre-nature, comme des espèces entièrement différentes l'une de l'autre. Et enfin, ces deux espèces de chaleur passaient aussi pour être de différente nature dans les diverses sortes d'animaux. Telles étoient la doctrine & les expressions des Péripatéticiens, qui furent adoptées par Galien, & reçues pendant longtemps parmi les Médecins. Elles ont été aussi soutenues par les Chymistes, ces *Philosophes par le feu*, qui se vantoient d'avoir une connoissance bien supérieure à celle du reste des hommes, des secrets & des opérations de la chaleur.

2. GOMEZ PEREIRA, l'un des premiers qui osa penser librement en Philosophie, aussi-bien qu'en Médecine, eut la hardiesse de soutenir (a), que toute chaleur, soit élémentaire, soit

(a) *Nov. Med. cap. II. p. 7, 9. cap. III. p. 12, 17, 20, 23, 24, 25.*

ignée ; ou animale , étoit d'une seule & même nature ; que la chaleur du soleil , ou toute autre chaleur élémentaire , ne différoit de celle des animaux qu'en degré ; que la chaleur d'un homme dans la fièvre ne différoit qu'en excès de celle d'un homme en santé ; & que les chaleurs des animaux ne différoient pas spécifiquement , mais seulement en quantité les unes des autres , ou de celle de l'espèce humaine.

3. Le sçavant TELESÍUS , quoi qu'il s'apperçût bien de la grande variété des degrés de chaleur dans les corps , croyoit qu'il étoit presque impossible de les déterminer , & d'en assigner les différences ; en sorte qu'il regardoit cette recherche comme inutile. *Qui calor , dit-il , (b) , vel quantus , & quæ ejus copia , & quæ entia in qualia invertat , minimè inquirendum videtur , ut quod homini nulla , ut nobis videtur , innotescere queat ratione. Cui enim vél calorís vires , & calorem ipsum veluti in gradus partiri , vel materiæ , cui inditus est , copiam , quantitatemque distinctè percipere , & certis determinatisque calorís*

(b) De Rer. nat. I , 17.

viribus copięque in certam materię quantitatem dispositionemque, certas actiones; & certę materię quantitati certam determinatamque caloris copiam assignare liceat? Il recommande cependant aux autres de s'appliquer à ce genre d'étude, comme étant par lui-même de très-grande importance. Utinam id alii & perspicaciori præditi ingenio, & quibus in summâ tranquillitate, rerum naturam perscrutari liquerit assequantur; ut homines non omnium modo scientes sed omnino ferè potentes fiant. On voit par là combien il désiroit dès-lors d'avoir une méthode pour mesurer la chaleur, quoique pour lui il désespérât absolument d'y parvenir. Nobis, ut ingenuè fateamur, crassiore ingenio donatis, & quibus non nisi extremum vitę spatium philosophari licuerit, minimèque id molestiis, curisque vacuis satis sit, si qui quantusque calor, quam molem, quā donet dispositione intueri liceat. Et non exquisitè id quidem, distinctèque, sed rudiorè & confuso quodam modo, nec singulas caloris differencias, quę innumere & roboris & copię sunt; nec materię conspissationes diversitatemque percipere,

cipere potentiibus , sed perpaucas utriusque & confusè illas , indistinctèque.

4. Le Chancelier Bacon paroît avoir considéré la nature de la chaleur avec une attention singulière , & il donne sa doctrine de *formâ calidi* (c) , comme un exemple de la manière dont on devoit traiter les sujets philosophiques. Il trouva que toutes les diverses chaleurs ne différoient pas en espèce , mais en intensité , en durée , & autres modifications ou accidens (d).

5. Le Thermomètre de *Sanctorius* publié à peu près dans le même tems , fit voir que toutes les espèces de chaleurs produisoient un effet semblable , sçavoir la dilatation de l'air ; & que c'étoit par les différentes raréfactions de ce fluide , qu'on devoit juger de l'intensité de ces chaleurs , de quelque espèce qu'elles fussent. On trouva bientôt que la même chose avoit lieu dans les autres fluides. Et enfin on s'aperçut que les corps mêmes les plus soli-

(c) *Nov. organ. II. 11 , 12 , 13 , 18 , 20.*

(d) *Ibid. p. 189 , 196 , 197 , 200 , 206 ; 208 , 220 , 252 , 253 , 254.*

des se dilatoient par l'application d'une chaleur quelconque. Et ce n'est que par les différens degrés de ces raréfactions que nous pouvons mesurer les différens degrés de chaleur qui se trouvent dans les corps.

6. Mais d'où partirons-nous pour commencer à compter les degrés de chaleur des corps , ou pour déterminer leurs plus grandes condensations naturelles , ou les limites de la chaleur & du froid ? Il y a bien des choses qui paroissent d'abord singulieres & inexplicables, mais dont les difficultés s'évanouissent dès qu'on y a fait de sérieuses réflexions, & qu'on a mis à part tous préjugés. Nous concevons ordinairement l'eau , dès qu'une fois elle est gelée & changée en glace , comme privée de toute chaleur, & par conséquent comme absolument froide ; & là-dessus plusieurs Philosophes ont commencé trop précipitamment , à compter de ce point les degrés de chaleur. Mais comme les différens fluides , tels que la cire fondue le suif fondu , l'huile , le vin , l'eau-de-vie , &c. perdent leur fluidité à différens

degrés de chaleur, & après cela peuvent toujours devenir froids de plus en plus dans leur état solide : de même l'eau après qu'elle s'est gelée peut devenir encore beaucoup plus froide. C'est-à-dire, que dans l'eau qui se gele il y a toujours un degré considérable de chaleur, qui diminue peu à peu de plus en plus, jusqu'à que le froid devienne insupportable aux hommes ; comme au milieu de l'hiver, dans les climats septentrionaux, où les hommes ne peuvent vivre sans se précautionner avec le plus grand soin contre la rigueur de la saison. L'air est souvent plus froid que l'eau qui se gele, dans la même raison que cette même eau est plus froide que la température de nos Étés. Nous la regardons comme chaude lorsqu'elle fait élever la liqueur dans le Thermomètre au 64^{me} degré, elle se gele à la température du 32^{me} degré, & on a vu souvent des froids assez violens pour faire descendre le Thermomètre au degré 0, à peu près au même point que le froid produit par un mélange de neige & de sel.

7. C'en'est pas là cependant le moindre

degré de chaleur ou le plus grand degré de froid , qu'on ait jamais vû produit naturellement sur notre Terre , comme Boerhaave semble le croire. Il nous dit , je ne sçais sur quel témoignage , que c'est-là le plus grand froid qui ait été observé en Islande , dans le grand hyver de 1709. On a quelquefois senti un froid aussi violent , ou à peu près , dans des climats d'ailleurs assez tempérés , & certainement beaucoup plus chauds qu'il n'y a lieu de croire que soit l'Islande. A *Germanopolis* en Pensilvanie , à la latitude seulement de 40° , le froid fit descendre le mercure en $173\frac{1}{2}$, au 5^{me} degré (*e*). Dans les fameux hyvers de 1709 & 1716 , le froid fut si vif à Paris , qu'il auroit abaissé le mercure dans notre Thermomètre au 8^{me} degré (*f*). A Leyde en l'année 1729 , il descendit au 5^{me} (*g*) , & à Utrecht une division plus bas (*h*) ; à Londres dans les hyvers de 1709 &

(*e*) *Act. Berolin. Cont. IV. p. 130.*

(*f*) *Mém. de l'Acad. des Sc. 1710. p. 186.*

(*g*) *Boerhaav. Chem. I. p. 158.*

(*h*) *Musschenbroek. Phil. Transf. 425. p. 357.*

1731 , le froid fut si violent, que le vis-argent descendit presque aussi bas qu'au froid artificiel produit par un mélange de sel & de glace (i). Et en 1709 , M. Roemer (l) trouva à Copenhague à la latitude de $55^{\circ} 43'$, que le mercure descendoit dans son Thermomètre précisément aussi bas , sçavoir au point zero *.

8. Mais si nous allons vers le Nord sans avancer jusqu'en Islande , nous trouverons de beaucoup plus grands froids que nous n'en ayons jamais observés dans ces contrées. En Janvier

(i) Derham. *Transf. Phil. abridg.* IV, p. 2. p. 113. VI, 2. p. 50.

(l) Boerh. *Chem. tom.* I. p. 720.

* Le Docteur Boerhaave parle de cette observation remarquable de M. Roemer comme faite à Danzick. Mais je crois plutôt qu'elle a été faite à Copenhague. Le Docteur Derham (Voyez *Phil. Transf. abridg.* IV. 2. p. 114.) avoit entre ses mains des Manuscrits qui contenoient une relation de ce grand froid arrivé l'année 1709 à Copenhague , laquelle avoit été faite sur les observations de M. Roemer , lequel étoit un Danois qui demouroit à Copenhague & y possédoit de grandes Charges ; il y mourut l'an 1710. Quoi qu'il en soit, cela ne change en rien la certitude de l'histoire par rapport à nous.

1732 , le froid fut si grand à Upsal , qu'il fit descendre l'esprit de vin dans un des Thermomètres de la Société Royale au 124^{me} degré ; ce qui répond à 1 degré au-dessous de zero dans celui de Fahrenheit. Et à Petersbourg , à la latitude seulement de 59° 56' , à peu près la même que celle d'Upsal , l'année 1733 , le froid fut si excessif , que le vis-argent fut condensé de la 50^{me} partie du volume qu'il avoit dans l'eau bouillante , ou qu'il descendit au 200^{me} du Thermomètre de M. de Lisle (*m*) , ce qui se rapporte dans le nôtre , au 28^{me} degré au-dessous de zero. Nous sçavons en général , par les relations des Voyageurs , quels froids violens se font sentir en hyver dans plusieurs contrées de la Terre , & particulièrement dans les zones froides des deux hemispheres. Mais nous avons peu d'observations faites avec exactitude , & qui puissent se rapporter à une mesure déterminée. Cependant nous trouvons dans le journal de M. de Maupertuys (*n*) , que

(*m*) *Transf. Phil. n. 441. p. 222.*

(*n*) *Fig. de la Terre. p. 18.*

les Académiciens François , qui dans la vue de terminer l'importante question de la Figure de la Terre , passèrent l'hyver au cercle polaire boréal , éprouverent un degré de froid beaucoup plus grand qu'aucun dont on ait jamais fait mention. A *Torneao* à la latitude de $65^{\circ} 51'$ l'esprit de vin de leurs Thermomètres se gela , & un Thermomètre de mercure construit à la maniere de M. de Réaumur , descendit au 37^{me} degré au-dessous de son point de congélation , ce qui revient à environ 33 divisions au-dessous de zero dans le Thermomètre de Fahrenheit. Lorsque ce terrible froid pénétrait subitement dans leurs chambres échauffées , ils pouvoient à peine le supporter , ils ressentoient leurs poitrines comme déchirées , & l'humidité de l'air étoit changée en un instant en flocons de neige. Ce degré de froid est autant au-dessous du point de la congélation , que celui-ci est au-dessous de la chaleur ordinaire de l'homme. Car il est de $33 + 32 = 65$ divisions au-dessous du point de la congélation

au 32^{me} degré ; & la chaleur de l'homme qui se trouve au 97^{me} degré est précisément d'autant au-dessus de ce dernier point.

9. On a certainement lieu d'être surpris de trouver un froid qui surpasse si considérablement celui de la congélation ; & cependant on peut produire artificiellement dans des climats moins rigoureux, un degré de froid beaucoup plus grand que celui-là , tout terrible qu'il est. Nous avons une méthode certaine par laquelle il est aisé de produire un froid bien supérieur à celui qui se fait sentir dans le cours ordinaire de la nature. Il y a plusieurs substances qui dès qu'elles sont immédiatement mêlées ensemble , deviennent beaucoup plus froides qu'auparavant , lorsqu'elles subsistoient séparées les unes des autres. L'esprit de nitre versée sur de la glace pilée ou sur de la neige , produit un froid très-violent. Fahrenheit est venu à bout par une dextérité singulière , de produire par le mélange de ces substances , qui n'étoient d'abord qu'au 32^{me} degré au-dessus de 0 , un froid si prodigieux que

le mercure descendit dans le Thermomètre au 40^{me} degré, ou 72 divisions au-dessous du point de la congélation (0) ; degré de froid plus grand que celui qu'on éprouve sous le cercle polaire. Et ce degré est autant au-dessous du point de la congélation, que ce dernier est lui-même au-dessous de la chaleur des animaux les plus chauds, ou d'un homme attaqué de la fièvre. Personne ne se seroit imaginé *à priori* que la glace, fût susceptible d'une augmentation de froid si considérable.

10. Nous ne sommes pas même absolument sûrs que dans ce cas toute la chaleur soit détruite. Il est certain qu'il en restoit encore dans ce terrible froid de *Torneao*, dont les Académiciens François font mention avec tant d'horreur ; & même dans ce mélange excessivement froid de Fahrenheit, il pouvoit y avoir, & probablement il y avoit encore quelque degré de chaleur. Que seroit-ce si toutes les circonstances les plus favorables à la produ-

(0) Voyez Boerhaave, *Chem. I. p. 162.*
 Muffchenbr. *Tent. Exper. acad. cim. add. p. 174.*

ction du froid étoient réunies. Si l'expérience de Fahrenheit se faisoit dans la Zone froide , quel effet en résulteroit-il , & quel horrible froid pourroit-on produire par ce moyen ? * Il suit de-là que faute de connoître les dernières limites de la chaleur & du

* M. De Lisle lut à la séance de publique de l'Académie Royale des Sciences du 12 Novembre 1749 , un Mémoire où il rapporte des observations bien singulieres sur les froids excessifs qu'on a éprouvés à Kirenga en Sibirie , à la latitude seulement de $58^{\circ} 10'$. Dans l'hiver de 1738 , le mercure descendit une fois jusqu'au 275^{me} degré du Thermomètre de M. de Lisle ; ce qui correspond au 118^{me} degré au-dessous de 0 , & par conséquent 150 degrés au-dessous de la congélation de l'eau dans celui de Fahrenheit , auquel M. Martin rapporte tous les autres Thermomètres , & au 68^{me} degré au-dessous du point de la congélation dans celui de M. De Réaumur. Et à Yeniseik le froid fut si terrible en 1735 , que le mercure s'abaisa dans le même Thermomètre de M. De Lisle , à un degré qui correspond au 70^{me} au dessous de 0 dans celui de M. De Réaumur. Il ne faut pas moins que l'autorité d'un homme si célèbre , pour ajouter foi à des observations si étranges. Ce froid seroit autant au-dessous du point de la congélation de l'eau , que celui-ci est inférieur au degré de l'ébullition de l'esprit de vin.

froid , nous ne pouvons déterminer les proportions géométriques de la quantité réelle ou absolue de la chaleur d'un corps à celle d'un autre. Tout ce qu'on peut prétendre , c'est d'assigner leurs différences arithmétiques : chose très-utile , & qui doit se faire d'après un grand nombre d'oservations exactes sur les différentes raréfactions des corps par différens degrés de chaleur : ces raréfactions correspondant toujours en quelque maniere à la quantité de chaleur appliquée : enforte qu'on pourra regarder ces choses comme proportionnelles l'une à l'autre. Quoique je sois fort éloigné de croire qu'elles soient toujours précisément dans le même rapport , ou que les raréfactions se trouvent toujours en une proportion qui ne soit ni plus grande ni plus petite que la simple raison des quantités de chaleur appliquées.

II. Lorsqu'on dit (*p*) que le fer rouge est trois ou quatre fois plus

(*p*) Newton. *Princip.* p. 58. Pitcarn. *Elem. Med.* II, 1, §. 26.

chaud que l'eau bouillante , & que l'eau bouillante est environ trois fois plus chaude que la chaleur de notre corps , ou que la chaleur d'été , on suppose ordinairement que les dernières limites de la chaleur sont où l'eau commence à se geler ; & de là on a trouvé que l'excès des raréfactions du vif-argent, ou de l'huile de semence de lin (ou de tout autre fluide dont on puisse faire usage pour ces Thermomètres) étoit en ces proportions ; quoique les quantités réelles & absolues de chaleur dans ces corps , ne soient pas à beaucoup près aussi différentes qu'elles le paroissent suivant cette maniere de compter. Ainsi l'eau bouillante élève réellement le mercure au 212^{me} degré , c'est-à-dire , 180 divisions au-dessus du 32^{me} degré , chaleur de la congélation de l'eau , tandis que la chaleur du corps humain n'est que d'environ 97 ou 98 degrés , seulement 65 ou 66 degrés au-dessus du point de la congélation , & par conséquent la raréfaction acquise depuis ce point par la chaleur de l'eau bouillante , est à la raréfaction

acquise par la chaleur de notre corps, en raison de 180 à 66, ou de 2.73 à 1, ce qui est un peu moins que triple. Mais les chaleurs réelles de ces substances sont encore moins différentes les unes des autres. Supposons, par exemple, que le mélange de glace & d'esprit de nitre qui fait descendre le Thermomètre de Fahrenheit à 40 degrés au-dessous de zero, marque les dernières limites de la chaleur (quoiqu'il y ait tout lieu de croire que ces limites sont encore fort au-dessous de ce point) & nous trouverons alors que l'eau bouillante seroit à celle du corps humain seulement comme $212 + 40$ à $98 + 40$, ou 252 à 138, ou 1.83 à 1 : c'est-à-dire, moins que le double. Qui est-ce qui se seroit imaginé, avant que d'avoir fait cette réflexion, que la chaleur de l'eau bouillante n'est pas deux fois aussi grande que la chaleur tempérée d'un homme en santé ? Et suivant cette dernière façon de compter, la chaleur du fer rouge, au lieu d'être comme 10 ou 12 à 1, ne seroit que comme 700 à 138 ou 5 à 1. En sorte qu'en supposant les limites de la

chaleur au moins 72 degrés au-dessous du terme de la congélation, nous trouvons que ces différens termes, comme *froid*, *temperé*, *chaud*, *eau bouillante*, *fer rouge*, &c. quelles que soient leurs distances arithmétiques, ne sont pas si différens dans leurs rapports mutuels, qu'on le suppose ordinairement; quoique d'un autre côté je ne voudrois pas assurer qu'ils different aussi peu que le pensoit M. Amontons (q). Suivant lui, l'air perdrait entièrement son élasticité, lorsqu'il seroit totalement privé de chaleur (ce dont cependant nous ne sommes pas bien certains) & alors dans cette privation totale de chaleur, s'il étoit possible de la procurer, réduisant ses nombres aux nôtres, le Thermomètre de Fahrenheit descendroit à 431 divisions au-dessous du point de la congélation, & au 400^{me} degré au-dessous de zero, degré de froid autant au-dessous de la chaleur du corps humain, que cette dernière est au-dessous de celle de

(q) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1702. p. 8.
Mem. 1702. p. 63, 64, 238.

l'huile ou du mercure bouillant. Mais comme nous ne ſçavons rien d'absolument certain ſur le moindre degré de chaleur poſſible , nous devons , comme je le diſois tout à l'heure , nous contenter d'observer les différences arithmétiques des divers degrés de chaleur des corps , quoique nous ne puiffions pas déterminer leurs rapports réels & absolus , que nous n'ayons acquis une connoiſſance plus parfaite de la nature des choſes que nous ne l'avons à préſent. Il eſt bon de connoître les bornes étroites de nos facultés , & d'avouer modeſtement notre ignorance , ayant toujours préſent à l'eſprit cet excellent axiome du Chancelier Bacon (r) : *Homo , naturæ miniſter & interpres , tantum facit & intelligit quantum de ordine naturæ opere vel mente obſervaverit : nec amplius ſcit aut poteſt.* Si nous parvenons jamais à un plus haut degré de connoiſſance que celui dont nous jouiſſons actuellement , ce ne ſera , comme le penſoit ce grand Homme , que par le moyen de l'expérience & de l'obſervation.

(r) *Nov. organ. l. 2.*

II. *De la chaleur de l'Air.*

12. Quoique malgré toutes nos recherches, il ne nous soit pas possible de pénétrer jusqu'au moindre degré de chaleur qui soit dans la nature, nous avons cependant trouvé dans quelques saisons & dans quelques parties du monde, des degrés de froid excessivement grands & même si prodigieux, que les habitans de la Terre ont peine à les supporter, & qu'ils sont également funestes aux animaux & aux végétaux. La partie de notre globe qui est sous les cercles Polaires, passoit chez les Anciens pour inhabitée, à raison du froid excessif qui y regne. *αποικητοί δια ψυχρος* (f).

*Frigus iners illic habitat, palorque,
tremorque, ac jejuna fames.*

Quia, dit Macrobe (t), *torpor ille glacialis
nec animali, nec frugi, vitam ministrat.*

*Pigris ubi nulla campis
Arbor æstivâ recreatur aurâ* (u).

(f) Diogen. Laert. VII, 156.

(t) *In somn. Scip.* II, 5, p. 110.

(u) Horat. *carm.* 1, 22.

Et effectivement , quoique ces parties du monde ne soient pas entièrement désertes , elles sont cependant presqu'inhabitées : & cela n'est pas surprenant. Dans ces contrées , aussi-bien que dans les autres lieux situés désavantageusement , où ces froids insupportables se font principalement sentir , les hommes sont obligés de s'en défendre par des habits , & de se renfermer dans des maisons. Les animaux de ces climats sont la plupart pourvus par la nature de tégumens épais & fort chauds , & ils se garantissent le mieux qu'ils peuvent des froids mortels de l'hyver , qui cependant les surprennent souvent. Les végétaux eux-mêmes périroient , s'ils n'étoient pas ordinairement dans ces saisons ensevelis sous la neige à de si grandes profondeurs , que la rigueur extrême du froid ne peut y parvenir. Nous éprouvons souvent dans les grands froids de funestes effets de ce manque de précaution , même dans les végétaux les moins élevés. Et quoiqu'il y ait abondance de neige , les arbres & les grands arbrisseaux qui n'en sont pas

couverts , souffrent beaucoup dans les hyvers extrêmement rigoureux , même dans les contrées plus heureuses & plus tempérées , comme on l'a vu souvent , & comme on l'a éprouvé même de nos jours par toute l'Europe , dans les années 1709 , 1729 , &c. (x) , lorsque les Thermomètres étoient descendus jusqu'au point dont nous avons eu occasion de parler ci-devant.

13. Mais ces froids excessifs , & d'autres semblables , sont regardés dans ces parties du monde comme une forte d'irrégularités , & comme hors du cours ordinaire des choses. Dans nos climats tempérés , le mercure descend rarement au-dessous du 16^{me} degré , & même alors le froid passe pour extraordinaire. Nous regardons en effet l'air comme très-froid au 24^{me} degré. Par la construction du Thermomètre , la gelée commence au 32^{me} degré , & l'air continue de se refroidir jusqu'au 40^{me} degré ou un peu au-dessus.

(x) *Phil. Transf. abridg.* IV. 2. p. 120, &c.
Mem. de l'Acad. des Scienc. 1710. p. 186.
Hales Stat. des veget. p. 74, &c.

14. La température moyenne de notre atmosphère dans ces contrées , est d'environ 48 degrés , lorsque nous ne pouvons appeller le tems ni froid ni chaud : & c'est comme le terme moyen pour toutes les saisons , correspondant à très-peu de chose près à la chaleur moyenne de Printems & d'Automne , telle qu'elle a été observée en Angleterre , par le Chevalier Newton & le Docteur Hales , & par M. Crucquius en Hollande. Les François font monter cette température un peu plus haut. Ils la comptent égale à la chaleur de la cave de leur Observatoire Royal : & je trouve par l'observation & par le calcul , qu'elle est au 53^{me} degré du Thermomètre de Rømer , en le comparant avec celui de M. Amontons. Il est en effet fort aisé à concevoir , que cette température moyenne de l'air doit être fort différente en diverses contrées. On doit la regarder comme une chose relative , qui varie suivant la diversité des climats & des constitutions de leurs habitans , qui sont accoutumés à de différentes températures. Dans les

pays froids l'air est assez convenable aux habitans, lorsqu'il est entre le 40^{me} & le 50^{me} degré. Dans ces climats moyens, nous préférons un air dont la chaleur soit depuis environ le 50^{me} degré jusqu'au 60^{me} ; tandis que les habitans des pays chauds sont ordinairement dans une température un peu au-dessus & au-dessous du 70^{me} degré.

15. Lorsque dans les différens climats les chaleurs respectives sont fort supérieures, ou fort inférieures à celles dont nous venons de parler, les hommes & les animaux cherchent à se pourvoir du mieux qu'ils peuvent contre les incommodités qui en résultent. Dans le froid, ceux-ci se réfugient dans des maisons, dans des cavernes, dans des trous de la Terre, &c. & les hommes se défendent de la rigueur du tems, par des habits & par du feu. Dans les tems chauds nous quittons nos vêtemens ou nous en prenons de plus légers, nous-évitons les chaleurs de midi, & nous nous retirons dans des lieux frais ; car dans la journée il fait ordinairement plus chaud en plein air que dans les maisons. Il y a plusieurs espe-

ces d'oiseaux qui changent de contrée dans les différentes saisons de l'année, trouvant toujours par ce moyen un climat assez temperé pour leur constitution.

16. Mais le même degré de chaleur ne convient pas également à tous les animaux. Il y en a quelques especes qui choisissent naturellement un pays froid, tandis que d'autres préfèrent un climat plus chaud & le trouvent plus convenable à leurs constitutions. Ainsi, quoique nous regardions avec le Docteur Hales, la chaleur du 53^{me} au 69^{me} degré comme la plus convenable aux plantes en général, les différentes classes de végétaux ont aussi leurs diverses températures de l'air, où elles sont le plus en vigueur. Tout le monde sçait qu'il y a quelques plantes qui ne peuvent vivre que dans les pays froids, & qui se brulent si on les transplante dans un terrain plus méridional; tandis que celles des pays chauds périssent dans nos climats, si on ne les défend pas avec beaucoup d'art & de soin, des rigueurs de la saison. Cette partie de l'agriculture, proposée depuis long-tems par le Chancelier Ba-

con , a été portée de notre tems à un point de perfection surprenant. Il est facile , à l'aide des Thermomètres , de regler tellement nos étuves , nos serres & nos couches , que nous parvenions à imiter la température de toute sorte de climats ; & à élever & à maintenir en vigueur les plantes que la nature n'a accordée qu'aux pays plus chauds. Suivant les observations des Jardiniers de Londres , marquées sur le Thermomètre de M. Fowler réduit au nôtre , je trouve que les degrés de chaleur qui conviennent à quelques-unes des Plantes étrangères les plus curieuses sont tels que je vais les rapporter. Pour les *Myrthes* le 44^{me} degré : pour les *Orangers* le 47^{me} ; les *Ficoides* le 50^{me} ; les *Figuiers d'inde* 53 $\frac{1}{2}$ degrés ; les *Aloe* le 57^{me} ; le *Cierge* le 60^{me} ; l'*Euphorbe* le 63^{me} ; le *Piamento* le 66^{me} ; l'*Ananas* le 60^{me}.

Ce n'est pas que ces plantes ne puissent supporter que tels & tels degrés de chaleur précisément ; elles ont à cet égard ainsi que les autres végétaux & les animaux une latitude considérable ; & elles peuvent souffrir un air

plus froid ou plus chaud que ces degrés , qui cependant sont regardés comme les plus convenables à leur nature. Quoique je conjecture qu'on a marqué trop bas quelques-uns de ces points , qui se trouvent fort au-dessous des chaleurs ordinaires des contrées, où ces plantes croissent naturellement. Mais elles ont à la vérité un air plus libre & plus ouvert : où par conséquent elles peuvent supporter de plus grandes chaleurs que lorsqu'elles sont renfermées dans des étuves & dans des serres.

17. Nous ne regardons dans ce pays l'air comme chaud , que lorsqu'il est environ au 64^{me} degré. Il est très chaud pour nous au 80^{me} degré. Et le Docteur Boerhaave (y) pensoit qu'il n'excedoit jamais naturellement le 80^{me} ou le 90^{me} au plus , croyant qu'un air aussi chaud seroit bien-tôt mortel aux animaux. Mais on a trouvé quelquefois, même dans ces climats tempérés, que l'air étoit beaucoup plus chaud. Je trouve dans des observations météo-

(y) *Chem. I. p. 156, 192, 207, &c.*

rologiques faites à Utrecht, à Paris, à Padoue, &c. qu'il a été quelquefois si chaud, que le mercure se seroit élevé dans notre Thermomètre au-dessus du 90^{me} degré. En Pensylvanie la chaleur de l'Été en 1732, alla une fois jusqu'au 96^{me} ou 97^{me} degré (z). M. de Réaumur nous promet (a) des observations sur les chaleurs que les hommes sont quelquefois obligés de supporter, quoiqu'elles aillent jusqu'au 38^{me} degré dans son Thermomètre, ou près du 104^{me} dans le nôtre. Et même, dans des contrées plus septentrionales où le Soleil a moins d'influence, nous pouvons imaginer un moyen de faire voir évidemment que les animaux sont capables de supporter une chaleur de l'air encore plus grande. Dans le bain extérieur à Edinbourg, la chaleur fait ordinairement monter notre Thermomètre au 90^{me} degré; & quoiqu'il paroisse de beaucoup trop chaud lorsqu'on y en-

(z) *Act. Berol. cont.* IV, p. 131.

(a) *Mem. de l'Acad. des Sc.* 1736. p. 486.

tre , il devient bien-tôt si supportable , qu'on pourroit y rester , sans aucune incommodité aussi long-tems qu'on le jugeroit à propos. Bien plus , on pourroit rester quelques heures dans le bain intérieur , quoique la chaleur y soit ordinairement d'environ 100 degrés.

18. On voit par tout ce que nous venons de dire , avec quelle sagesse tout a été imaginé & disposé par le grand Auteur de la nature ; & quelle immense latitude de chaleur & de froid les animaux , & sur-tout l'homme , sont en état de supporter , depuis les chaleurs brulantes aussi chaudes ou plus chaudes que leur sang , jusqu'à des froids horribles où le Thermomètre descend bien au-dessous du point de la congélation ; quoiqu'à la vérité ce soit à quelque distance intermediaire de ces deux extrémités , que la chaleur est la plus agréable , ou la plus tempérée pour les animaux & les végétaux.

19. La plupart des Anciens s'imaginoient qu'il n'y avoit que les climats moyens , ou les zones tempérées , qui pussent être habitées par les hommes.

*Mortalibus ægris**Munere concessæ divûm (b).*

In his , dit Macrobe (c) , *tantum vitales auras natura dedit incolis capere.* En conséquence , on a beaucoup parlé autrefois de la chaleur de la Zone torride , comme rendant ces climats inhabitables : *Ανοικητος ὑπο καυμάτων* (d). De là Ovide (e) parlant des Zones de la Terre , dit :

Quarum quæ media est non est habitabilis æstu.

Virgile (f) dit la même chose d'une manière plus pompeuse.

Quarum una corusco

Semper sole rubens , & torrida semper ab igni.

Et Horace (g) avec ses images poé-

(b) Virgil. Georg. I , 237.

(c) In Somn. Scip. II , 5 , p. 110.

(d) Diogen. Laert. VII , 156.

(e) Metamorph. I , 49.

(f) Georg. I , 234.

(g) Carm. I , 22.

tiques ordinaires , se suppose placé

*Sub curru nimium propinqui
Solis , in terra domibus negata.*

Mais Tibulle (*h*) exprime la position de cette partie de la Terre , & ce qui en résulte , bien plus en détail qu'aucun de ces Auteurs , dans les vers suivans.

*At media est , Phœbi semper sub-
jecta calori.*

*Non ergo presso tellus consurgit
aratro ;*

*Nec frugem segetes præbent , nec
pabula terræ.*

*Non illic colit arva Deus , Bac-
chusve , Ceresve ,*

*Nulla nec exustas habitant anima-
lia parteis.*

Je m'imagine cependant que cette opinion étoit principalement reçue du Peuple, parmi tant d'autres erreurs, & rapportée par les Poètes comme une

(*b*) *Eleg. IV, 1. ad Messal.*

belle fiction, qu'il n'y a pas d'apparence qu'ils crussent réellement. Les plus sages d'entre les Anciens, quoiqu'ils s'exprimassent quelquefois comme les autres (i), connoissoient mieux la nature des choses. Leurs Historiens & leurs Géographes ont donné d'assez bonnes descriptions de quelques parties du milieu de la Terre, situées entre les Tropiques. L'Ethiopie, l'Arabie heureuse, les côtes de la mer des Indes, l'Isle de Taprobane, Ophir, &c. passaient même parmi le vulgaire, pour très-peuplées, quoique ces contrées fussent dans la Zone torride, & les voyages des Anciens aussi-bien que les nôtres, firent assez voir que ces climats n'étoient pas funestes aux hommes. Les chaleurs n'y sont pas même à beaucoup près si excessives que nous nous l'imaginons communément. Les Missionnaires Jesuites aux Indes Orientales (k), ont examiné cela en particu-

(i) *Macrob. Somn. Scip. II, 5, 6, 7. Diog. Laert. VII. 156.*

(k) Voyez Duhamel, *Hist. de l'Acad. des Scienc. p. 272, 273. Hist. de l'Acad. des Sc. 1666-1698, II, p. 111, 112. Mém. de l'Acad. des Sc. 1666-1698, VII, p. 235.*

lier. Personne ne révoquera en doute leur capacité pour ces sortes d'observations , & leur fidélité à les rapporter. Et récemment , les curieuses observations Thermométriques de M. Cossigny (1) , font voir que les chaleurs ordinaires même sous la ligne , & près de-là , ne sont pas plus grandes que celles qui ont été quelquefois observées à Paris, & dans d'autres lieux que tout le monde connoît pour assez tempérés.

20. Il est vrai que toutes ces observations ont été faites dans des Isles , & sur les côtes ou près des côtes de la Mer , qui peuvent être un peu moins chaudes que les lieux avancés dans les Terres (m). Mais nous sommes encore très-certains que les chaleurs de ces dernières contrées peuvent être aisément supportées. Toutes ces parties du monde ont cet avantage , que le tems y est beaucoup plus uniforme que dans

(1) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1733, p. 580, &c. 1734, p. 759, &c.

(m) Mém. de l'Acad. des Sc. 1666-1698, VII, p. 837.

nos climats. L'air ambiant éprouve de plus petites altérations, soit dans le poids de l'atmosphère qui le presse, ou dans les degrés de chaleur dont il est affecté.

Le Docteur Halley nous dit (*n*) qu'il a trouvé, aussi-bien que les autres Observateurs (*o*) qui ont séjourné entre les Tropiques, très-peu de variation dans la hauteur du mercure dans le Baromètre, tandis que nous sçavons que dans les Régions septentrionales, cette variation est de 2 ou 3 pouces. Nous ne sommes tous que trop sensibles aux variations considérables que nous éprouvons souvent ici dans la température de l'air, dont la chaleur se trouve ordinairement uniforme pendant toute l'année dans la Zone torride. A Siam, à la latitude de 15 degrés, les Jésuites éprouverent une différence de 26 degrés seulement au Thermomètre de Hubin (*p*), de-

(*n*) *Phil. Trans. abr.* 11, p. 18, 20, 22.

(*o*) *Mém. de l'Acad. des Sc.* 1666-1698, VII, p. 840.

(*p*) *Duham. Hist. de l'Acad.* p. 272.

puis le plus grand froid de l'Hyver jusqu'aux plus grandes chaleurs de l'Été, & cette étendue ne differe pas beaucoup, je crois, d'un pareil nombre de degrés dans notre Thermomètre (q). A Batavia, quoique sous un climat fort chaud, & au 6^{me} degré de latitude, l'excès de la chaleur sur le plus grand froid étoit encore un peu moindre. Et à Malacca, qui n'est qu'à deux degrés de latitude, le tems est fort temperé, & si uniforme, que durant 7 mois entiers la liqueur du Thermomètre ne fut jamais au-dessous du 60^{me} degré, ni au-dessus de 70^{me}. Dans l'Isle de Bourbon (r) à la latitude d'environ 22°, la différence entre la plus grande & la moindre chaleur de l'après-midi, en douze mois de tems, ne fut que de 8 divisions au Thermomètre de M. de Réaumur, ce qui en fait à peine 15 du nôtre. Et on trouva que la différence ordinaire entre la chaleur du jour & celle de la nuit dans ces climats, n'étoit que fort peu de

(q) *Ibid.* p. 173.

(r) *Ibid.* 1734, p. 762.

chose respectivement à celle qui a lieu parmi nous. Comme la Zone torride a de l'avantage sur nos contrées pour l'uniformité de la chaleur & du poids de l'atmosphère , de même nous sommes beaucoup mieux partagés à cet égard qu'en Suede , en Laponie , & dans les autres régions septentrionales (f). Il paroît résulter de-là cette regle générale que , *cæteris paribus* , la grandeur des vicissitudes de l'air augmente avec les latitudes des lieux , à mesure qu'on s'éloigne de l'Equateur.

III. De la chaleur respective du Soleil , de la Terre , des Planetes & des Cometes.

21. Nous avons considéré jusqu'ici l'air , comme affecté par le Soleil , mais à l'abri de son action immédiate. Car dans l'air libre exposé aux rayons directs de cet Astre , lorsqu'il brille avec le plus d'avantage , la chaleur est beaucoup plus grande que tout

(f) Voyez *Phil. Trans. abr.* II, p. 22. *Mau-
pert. Fig. de la Terre* , p. 72.

ce que nous avons dit jusqu'ici. Et cette considération nous conduira naturellement à faire des recherches sur la chaleur du Soleil, source inépuisable de lumière & de feu, dont les influences animent tout l'univers, & sur celle qu'il communique aux corps placés à différentes distances.

M. le Chevalier Newton (*t*) comparant les influences du Soleil sur la Terre & sur Mercure, qui par sa proximité de cet Astre, en recevrait sept fois plus de chaleur que nous, estime que la chaleur solaire dans cette Planète suffiroit pour faire bouillir notre eau & la faire dissiper toute en vapeurs ; ayant trouvé par un Thermomètre que l'eau bouilloit à une chaleur sept fois plus grande que celle du Soleil en Été ; qui ne seroit alors, suivant ce calcul, que de $32 + \frac{180}{7} = 58$ degrés. Mais cette expression de la chaleur du Soleil en Été, doit souffrir de grandes restrictions, pour s'accorder avec l'expérience. Non-seulement cela ne doit s'entendre que des

(*t*) *Princip.* III. *Prop.* 8. *Cor.* 4, p. 406.

154 DEGRÉS DE CHALEUR
degrès au-dessus du point de la congélation , (suivant la façon de penser & de s'exprimer de ce tems-là) mais aussi au lieu de la chaleur du Soleil en Eté , M. Newton ne vouloit sûrement dire que la chaleur commune de l'air à l'abri des rayons du Soleil , ainsi que s'exprime le Docteur Pitcarne (*u*) , qui probablement avoit emprunté ses observations à ce sujet du Chevalier Newton. Mais il faut avouer que cette chaleur ne seroit par-là comparée que fort improprement à la chaleur solaire en Mercure ; à moins que nous ne supposions que M. Newton parloit aussi de la chaleur prise à l'ombre du Soleil dans cette Planette. D'ailleurs, on aura tout lieu de regarder comme fort imparfaite cette maniere de juger de la chaleur du Soleil , puisque c'est l'estimer dans des circonstances où son action est fort affoiblie.

22. La chaleur directe du Soleil à midi en Eté , est beaucoup plus grande que suivant ce calcul ; puisqu'on a trouvé , même dans ces climats septentrio-

(*x*) *Elem. Med.* II, I. §. 26.

naux, qu'elle étoit capable de raréfier la liqueur du Thermomètre beaucoup plus que $\frac{1}{7}$ de la dilatation causée par l'eau bouillante. Le Docteur Boerhaave est de tous ceux qui ont prétendu estimer cette chaleur, celui qui la fixe au plus bas point, disant (x) que la plus grande chaleur qui soit produite par l'action directe du Soleil dans notre atmosphere, va rarement jusqu'au 84^{me} degré. Dans un autre endroit (y), il paroît convenir que la grande chaleur de la canicule peut aller jusqu'au 90^{me} degré; & il croit qu'elle ne peut jamais passer ces bornes, ou arriver à la chaleur du corps humain. Mais le Chevalier Newton nous dit expressément dans un autre endroit de son Livre (z), qu'il a trouvé que la chaleur de l'eau bouillante n'étoit qu'environ trois fois plus grande que celle qui est communiquée à la terre sèche par le Soleil en Eté. Et pareillement le Docteur Musschenbroek (a)

(x) *Chem.* I, p. 213.

(y) *Ibid.* p. 156.

(z) *Princip.* p. 508.

(a) *Tent. Exp. Acad. Cim. Add.* II. p. 21.

regarde comme probable, que la chaleur de l'eau bouillante est trois fois plus grande que la plus forte chaleur communiquée aux corps dans son Pays par le Soleil en Été. Suivant ces estimations, cette chaleur monte à $32 + \frac{180}{3} = 92$ degrés. Et même en Italie Borelli (b) & Malpighi (c) trouverent que cette chaleur du Soleil au milieu de l'Été, n'étoit égale qu'à celle des animaux chauds, c'est-à-dire, apparemment à 102 degrés; ce qui n'excede guères les estimations de Newton & de Musschenbroek.

23. Tout cela peut, ce me semble, être assez vrai en général; mais cela n'est pas si universel quant aux tems, ou aux lieux, que ces manieres de s'exprimer pourroient nous le faire croire. Le Chancelier Bacon (d) a remarqué il y a long-tems, que le plus haut degré de la chaleur animale atteignoit à peine jamais à la chaleur des rayons du Soleil d'Été dans les climats chauds;

(b) *De mot. anim.* II. *Prop.* 96, 221.

(c) *Oper. posth.* p. 30.

(d) *Nov. Organ.* II. 13, p. 192.

j'ai même éprouvé quelquefois dans ces froides contrées, que la chaleur du Soleil étoit plus grande ; & tous ceux qui voudront y faire attention, pourront le trouver de même. Il y en a plusieurs qui ont eu occasion d'observer jusqu'à quel point les métaux sont échauffés par le Soleil. M. Newton (e) y a fait une attention particulière. J'ai vû ici, à la latitude de 56 degrés 20 minutes, un morceau de fer tellement échauffé, que je ne pouvois le tenir dans ma main que quelques secondes de tems ; & par conséquent il étoit beaucoup plus cahud que mon sang. J'ai vû plus d'une fois de la terre sèche échauffée au-delà de 120 degrés. Le Docteur Hales a trouvé (f) la chaleur du Soleil encore plus grande, c'est-à-dire, d'environ 140 degrés. Et le Docteur Musschenbroek (g) l'a trouvée une fois poussée jusqu'au 150^{me} degré. En sorte que comptant depuis le point de la congélation au 32^{me} degré, suivant

(e) *Princip. n. 420.*

(f) *Veget. Nat. p. 59.*

(g) *Eff. de Phys. §. 974.*

la maniere ordinaire , ces chaleurs du Soleil étoient beaucoup plus grandes que $\frac{1}{3}$ ou même que la moitié de la chaleur de l'eau bouillante. Et dans des contrées plus méridionales , on l'a trouvée quelquefois encore plus grande. On a beaucoup parlé de la chaleur brulante & insupportable du Soleil dans la zone torride. (h) Nous avons plusieurs Histoires de chaleurs d'été extraordinaires , où l'on parle de grandes étendues de terrain , de maisons mises en feu , de pierres échauffées jusqu'à faire fondre le plomb , &c. Ces relations paroissent à la vérité fort étranges. Mais les Annales d'Allemagne (i) font mention d'une chaleur d'été excessive en l'année 1230. On pouvoit , dit-on , faire cuire des œufs dans le sable échauffé par le Soleil. Et j'ai ouï dire qu'en Egypte , qui n'est certainement pas la contrée du monde la plus chaude , on pouvoit souvent faire cuire les œufs au Soleil , au sommet des maisons. Je trouve que pour dur-

(b) Boyle *Hist. of the air* Abr. III. p. 55.

(i) Voyez *Lipsii Epist. ad Belg.* II , 91.

air un blanc d'œuf, il faut une chaleur d'environ 156 degrés. En 1705 l'été fut très-chaud. (1) Un jour à Montpellier le Soleil fut si chaud qu'il fit monter le vif-argent dans le Thermomètre de M. Amontons jusqu'au degré même de l'eau bouillante, ce qui revient à notre 212^{me} degré.

24. Mais après tout, ces grandes chaleurs doivent être regardées comme des irrégularités, & hors du cours ordinaire des saisons, ne pouvant être produites par le Soleil qu'en certains tems & en certaines circonstances. Car dans nos climats tempérés on trouvera que la chaleur d'été la plus commune, ne fera monter le vif-argent dans le Thermomètre qu'environ 60 ou 70 divisions au-dessus du point de la congélation ou du 32^{me} degré; & la chaleur de l'après-midi, à l'ombre, n'est que la moitié de cette dernière. Ainsi, la chaleur ordinaire du Soleil d'été dans notre climat, est à peu près la même que celle de notre corps, qu'on a trouvée être un peu plus que la moitié de

(1) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1706. p. 15.

la chaleur de l'eau bouillante , supposant que le mélange froid de Fahrenheit soit le moindre degré de chaleur : & ainsi , l'eau bouillante au lieu de sept fois n'est que deux ou trois fois plus chaude que notre air commun échauffé à l'ombre au milieu de l'été.

25. Cependant , cette chaleur solaire est encore beaucoup plus grande dans les contrées plus chaudes. Et si nous prétendions faire quelque comparaison à cet égard , nous devrions regarder la chaleur de notre équateur comme la vraie chaleur du Soleil à notre orbite , & la comparer avec ses influences sur les autres Planetes , ou avec la chaleur qu'il produit à leurs distances respectives.

26. Mais d'un autre côté , cette chaleur solaire se trouvera considérablement rabbaissée , si nous faisons attention que la chaleur communiquée par le Soleil aux corps sur la terre dépend de plusieurs circonstances, outre la force directe de ses rayons. Ceux-ci doivent être modifiés par notre atmosphère , & différemment réfléchis & combinés par l'action de la surface de la terre ,
pour

pour produire une chaleur considérable. Car sans ces circonstances, je doute beaucoup que la simple chaleur du Soleil fût fort sensible à notre égard. Nous trouvons que toutes nos grandes chaleurs se font sentir dans des lieux bas, qui ont au-dessus d'eux une atmosphère fort élevée, & qui sont environnés de monticules. (m) Si on monte jusqu'au sommet des hautes montagnes, on tremble de froid, & on trouve des neiges perpétuelles, qui après des milliers d'étés n'ont peut-être jamais été fondues, quoiqu'exposées chaque jour aux rayons directs du Soleil, qui dans quelques contrées sont lancés perpendiculairement sur elles. Nous apprenons que les Académiciens François, qui par ordre du Roi ont été en Amérique pour faire leurs observations sur la figure de la Terre, &c.

(m) Voyez *Liv. Hist. XXI. 32. Senec. Natur. Qu. IV. 11. Bacon Nov. Org. II, 12. p. 169. Borell. De incend. Ætn. p. 7. 50. Boyle exp. on cold abridg. I. p. 639, 658. Hist. of the air abr. III. p. 53, 54, 55. Boerhaav. Chym. I. p. 172, 185, 476.*

ont éprouvé sur les hautes montagnes, précisément sous la ligne, des froids si excessifs, qu'il paroît qu'ils étoient aussi violens que ceux mêmes qui ont été observés en Laponie. Tant il paroît nécessaire que les rayons du Soleil passent directement à travers la plus grande partie de l'épaisseur de notre atmosphère, ou qu'ils soient réfléchis par la surface même de la Terre, pour qu'ils aient la force d'échauffer les corps terrestres : à quoi la nature sulfureuse des parties inférieures de l'atmosphère peut beaucoup contribuer.

27. Il y a donc d'autres circonstances, outre la proximité du Soleil, qui peuvent influencer sur la vertu qu'il a d'échauffer. Ainsi, supposant que la force de la chaleur soit, *cæteris paribus*, comme la densité des rayons, ou réciproquement comme les quarrés de la distance au feu central, la Planete de Mercure est plus près du Soleil que la Terre en telle raison que la chaleur qu'il en reçoit doit être, suivant le calcul de leurs distances respectives, (n)

(n) Voyez Newton, *Princip.* III. *Prop.* 3. *Cor.* 4. p. 406.

sept fois plus grande que celle de notre globe. Et c'est ainsi que l'éprouveroient les habitans de Mercure , si la surface de cette Planete étoit disposée comme celle de notre Terre , & qu'ils fussent environnés d'une atmosphere comme la nôtre , qui agisse sur les rayons du Soleil de la même maniere. Mais s'ils ont une petite atmosphere , ou qu'ils en soient entierement privés , (ce qui paroît être le cas de notre Lune) ou enfin s'ils ont une atmosphere tellement disposée qu'elle n'affecte les rayons du Soleil que de la même maniere que les parties supérieures de notre atmosphere ; il est alors possible que la chaleur solaire en Mercure soit aussi supportable que sur notre Terre. Et d'un autre côté , quoique nous comptons communément (°) que notre eau seroit gelée , & que nous mourrions de froid , dans les Planetes éloignées telles que celles de Jupiter & de Saturne , elles peuvent cependant avoir leurs atmospheres & leurs surfaces tellement disposées que la chaleur

(°) Voyez Newton, *ibid.* p. 405.

solaire soit suffisante pour des animaux & des végétaux de la même nature que ceux de la Terre.

28. Mais les Cometes se trouvent dans un cas fort différent de celui de toutes les autres Planetes. Leurs orbites sont si excentriques, qu'elles doivent être différemment affectées par le Soleil dans leurs cours. Cependant, leurs atmospheres & les corps qui en sont environnés, peuvent être de telle nature qu'ils ne s'échauffent pas jusqu'à un degré aussi prodigieux & presque inconcevable, qu'on se l'imagine quelquefois. Dans le systême Newtonien sur les Cometes (*p*), la distance du Soleil à celle qui parut en 1680 (*q*) dans son

(*p*) Newton, *ibid.* p. 508.

(*q*) Il y a plusieurs Astronomes qui croient que cette Comète étoit précisément la même qui parut l'an 1106., l'an 531, l'an 42 avant J. C. &c. Voyez Newton *Princip.* p. 501. Halley *Synops. of Comet. in Gregor. Astronom. en Anglois.* pag. 901, 902, 903. Whiston *New Theor. of the Earth.* p. 187, 191, &c. Mais M. Cassini représente la Comète ou les Cometes de l'an 1680 d'une manière fort différente de ces Auteurs. Et il ne croit pas que ce grand astre brillant qui allarma toute l'Europe ait décrit un orbe aussi excentrique, ou

Périhélie , étoit, suivant le calcul , à la distance moyenne de la Terre , comme environ 6 à 1000 : en sorte que Newton détermine que sa chaleur dans cette partie de sa période auroit été à notre chaleur d'été , réciproquement comme les quarrés de ces nombres , c'est-à-dire comme 1000000 à 36 ou 28000 à 1. Et par conséquent puisque la chaleur de l'eau bouillante est trois fois plus grande que celle que reçoit du Soleil un terrain sec en été , & que la chaleur du fer rouge surpasse trois ou quatre fois celle de l'eau bouillante , il compte que la chaleur de la Comete aura été 2000 fois plus grande que celle du fer rouge : chaleur prodigieuse & terrible , même avec toutes les restrictions que nous avons proposées ; & que je ne conçois pas qu'aucun corps puisse supporter , à moins qu'il ne soit infiniment plus dense & plus fixe que tous les corps terrestres que nous connoissons. Car , suivant l'exemple de l'eau commune , &c. (1) il sembleroit

se soit approché aussi près du Soleil qu'ils le prétendent. Voyez *Mem. Ac. Sc.* 1731. p. 464-468.

(1) Boerhaav. *Chem.* I. p. 265. 248.

que tous les corps sont , respectivement à leurs différens degrés de densité & de *fixité* , susceptibles précisément de tels & tels degrés particuliers de chaleur , au-delà desquels ils ne peuvent s'élever , quelque feu qui leur soit appliqué. Quoique par une chaleur supérieure à ces degrés , leurs parties soient rendues volatiles & se dissipent toutes en vapeurs. Cependant je dois remarquer ici que tout ce calcul est sur la supposition que la Comete étoit d'une nature semblable à celle de notre Terre , & environnée d'une atmosphère comme la nôtre : autrement cette méthode de raisonner par analogie ne peut avoir lieu , & la chaleur du Soleil n'affectera pas la Comete de la même manière.

29. Mais d'ailleurs , en considérant ces choses sous un autre point de vue , que feroit-ce si la chaleur solaire réelle en elle-même , & ce qu'elle peut nous en communiquer , aussi-bien qu'aux autres corps planétaires (tandis qu'elle n'est pas concentrée par des verres brulans , ou aidée par d'autres moyens) étoit beaucoup moindre que ce qu'on l'estime communément ? Nous

sommes portés à attribuer toute la chaleur naturelle qui se trouve sur la Terre à l'action du Soleil , qui peut-être n'y a que fort peu de part , sans faire attention à une source de chaleur , qui , quoique les Théoristes de la Terre (f) en aient souvent parlé , est rarement considérée dans un jour aussi avantageux que je le voudrois. Nous avons remarqué ci-devant la grande quantité de chaleur dont sont munis tous les corps terrestres , même dans les hyvers les plus froids. Tout le monde sçait que la température de l'air est chaude , ou au moins très-supportable , dans les mines & autres lieux fort profonds. Et les observations les plus exactes nous apprennent , que dans les caves de l'Observatoire à Paris , qui ne sont qu'à 90 pieds sous-terre , la chaleur soutient

(f) Voyez Empedocle dans Plutarq. *De princ. frigid.* p. 507. Descartes *Princip. I hil.* IV. 3. Burnet *Theorie de la Terre* , III. 6. Woodward. *Ess. Nat. Hist. de la Terre* , p. 135-162. 220-225. *Nat. Hist. Sc. illustr. Sc. introd.* p. 136, 140, 143 , 149-152 , Whiston , *new Theor. Sc. p.* 78 , 231 , 334 , 447. Gassend. *Epicur. Philos.* I. p. 546 , &c.

le Thermomètre à 53 degrés , & cela sans aucun secours du Soleil , cette chaleur n'étant jamais sensiblement plus forte dans les saisons les plus brulantes, que dans les hyvers les plus rigoureux qu'on ait jamais éprouvé. M. Boyle (1) a observé le même degré de chaleur constant & inaltérable , dans une cave fort profonde. Et on dit avoir observé (u) des chaleurs très-considérables, & même incommodes , à de plus grandes profondeurs , & qui croissoient en raison de ces profondeurs ; quoiqu'il seroit fort à souhaiter que ces chaleurs eussent été mesurées & déterminées plus régulièrement , qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Ensorte qu'il sembleroit que le corps de la Terre a une très-grande chaleur propre interne , indépendante du Soleil , & bien supérieure à celle qu'il lui communiqueroit , sans l'intervention de notre atmosphere : Et cette chaleur est si grande , à 90 pieds de la surface de ce globe , que de faire

(1) *Mem. Hist. of the air, abr. III. p. 54.*

(u) Voyez Boyle, *Exp. on cold. abr. I. p. 641, 700, 701, 702.* Boerh. *Chem. I. p. 479.* Woodward, *Ess. Nat. Hist. of the Earth, p. 136.*

monter le Thermomètre 93 divisions au-dessus du mélange froid de Fahrenheit, ou 453 divisions au-dessus du point que M. Amontons regardoit comme le moindre degré de chaleur*. Cette chaleur de la Terre est un peu moindre à sa surface, ensuite elle décroît fort vite, de sorte que l'air qui n'est que fort peu élevé au-dessus de la Terre se trouve beaucoup plus froid; & celui qu'on respire sur les plus hautes montagnes est excessivement froid, & ne peut être échauffé par les rayons directs du Soleil, s'ils ne sont que peu altérés par la surface de la Terre & par l'atmosphère.

30. Il n'est pas de notre dessein d'entreprendre l'explication de la cause & des conséquences de cette chaleur innée. Cela n'appartient qu'à ceux qui ont assez de feu & d'imagination pour bâtir des mondes ou des Théories de l'univers. Qu'on me permette seulement d'observer, après le Chancelier

* Voyez plusieurs Observations très-curieuses, qui démontrent l'existence du feu central, dans le *Traité de la Glace* de M. de Mairan, Edit. de l'Impr. Royale, p. 56-84.

Bacon (x) , M. Boyle (y) & plusieurs autres , que les diverses températures de l'air dans différens lieux de la Terre , ne répondent en aucune manière à celles qui résulteroient de leur position respectivement au Soleil. Sans parler des variations qui sont fort petites & de peu d'importance , je ne ferai mention que du froid beaucoup plus grand dans tout l'hémisphère méridional que dans les lieux semblablement situés du septentrional ; & des plus grands froids dans les contrées de l'Amérique septentrionale , que dans ceux de la même latitude du côté de l'Europe. Tout cela dénote qu'il y a quelque autre cause de chaleur plus puissante que les actions régulières du Soleil , & que cette cause , inhérente à la Terre elle-même , est plus forte en quelques régions de ce globe qu'en d'autres , quoique par-tout elle soit très-considérable.

31. L'ingénieux Docteur Halley (z)

(x) *Seq. chart. p. 102.*

(y) *Exp. on cold. abr. I. p. 657-660, 670.*
Mem. Hist. of the air abr. III. p. 52

(z) *Phil. Trans. abr. VI. 2. p. 41.*

a donné une hypothèse fort hardie , pour rendre raison de plusieurs phénomènes , parmi lesquels est cette irrégularité de la chaleur & du froid observée dans différens climats. Il imagine que la Terre se mouvoit autrefois autour d'un axe bien différent de celui qu'elle a actuellement ; & il prétend « que le froid extrême qu'il a éprouvé
 « en quelques endroits , comme au
 « Nord-Ouest de l'Amérique , autour
 « de la Baye d'Hudson , peut venir de
 « ce que ces parties de la Terre ont
 « été autrefois bien plus proches du po-
 « le qu'elles ne le sont aujourd'hui :
 « enforte qu'il y a encore des quanti-
 « tés immenses de glace qui refroidis-
 « sent l'air à un tel degré , que la cha-
 « leur du Soleil paroît s'y faire à peine
 « sentir ». Par la même raison , on peut inférer de ces principes , que la température chaude extraordinaire de quelques autres lieux peut venir de ce qu'ils ont été originairement plus près de l'équateur primitif , par où ils ont acquis une chaleur qui ne s'est pas encore dissipée.

Mais , outre que dans une pareille

hypothèse , ces lieux devroient constamment se rapprocher de plus en plus de la température des autres contrées qui sont dans la même position tant pour la latitude que pour les autres circonstances ordinaires , la chaleur des corps est si passagere & se dissipe si aisément , & l'influence du Soleil pénètre si peu dans l'intérieur de la Terre que je ne puis concevoir , même en accordant la supposition du changement d'axe , que les différens degrés de chaleurs primitives communiquées par le Soleil à la Terre , puissent avoir été assés permanents , pour se manifester encore actuellement avec tant d'efficacité. D'où il suit , comme je le disois ci-devant , qu'on doit plutôt attribuer cette variété de chaleurs à une cause interne , qui agisse avec plus d'intensité dans certaines régions que dans d'autres , & par-tout avec beaucoup plus de force qu'aucune influence du Soleil.

32. Et s'il en est ainsi des autres Planetes , aussi-bien que de notre Terre , leur chaleur , ou celle des corps qui sont à leurs surfaces , ne dépendront pas uniquement , ni même prin-

ciipalement de l'action du Soleil (ainfi que les Astronomes paroiffent le croire, (a) fuivant leurs façons de parler), ces chaleurs propres innées y ayant beaucoup plus de part : quoique cependant la chaleur du Soleil puiſſe être néceſſaire pour conſerver celles de ces corps dans leur entier, puisque tous corps chauds qui n'ont pas en eux-mêmes un principe vital de chaleur, éprouvent une perte continuelle de cette qualité.

33. Quoiqu'il en ſoit, fuivant ces confidérations, la chaleur du Soleil & celle des corps qui ſont près de lui, ne ſe trouveront pas ſi exorbitantes qu'on ſe l'imagine communément (b). Les chaleurs propres ou innées des Planetes peuvent être telles, que les plus proches ne courent pas le riſque d'être brulées, ni les plus éloignées d'éprouver un froid exceſſif, à cauſe

(a) Voyez Newton, *Princip.* p. 405. 406. 508. 509. Gregor. *Elem. Aſtron.* VI. *Prop.* 2, 3, 4, 5, 6. Whiſt. *Præl. Math.* p. 327. 328. *New. Theor. Sc.* p. 53. 78. Hugen. *Cosmotheor.* II. p. 694. *Sc.* Derham *Phyſico-Theol.* p. 171-178.

(b) Voyez Newton, *ibid.* p. 508. Whiſt. *ibid.*

du peu de chaleur qu'elles reçoivent du Soleil. Il peut se faire que , par le moyen sur-tout de certaines atmosphères disposées d'une manière convenable, il y ait une grande uniformité à cet égard dans tout le système solaire: & les Comètes elles-mêmes peuvent être tellement construites , qu'elles n'éprouvent pas à beaucoup près tous les inconvéniens qui paroissent résulter de leurs grandes excentricités , & de la prodigieuse variation de leurs distances du feu central.

34. Mais où vais-je ? je me trouve transporté dans des lieux enchantés , & je crains qu'on ne m'accuse de m'être égaré dans des régions de systèmes & de conjectures. Cependant, j'espère qu'on me permettra de faire encore une question avant que de quitter un aussi beau point de vuë. La grande force de la chaleur du Soleil , (abstraction faite des autres influences de cet astre, la lumière , la gravitation , &c.) sur les corps des Planètes , qui se trouve sujette à tant de variétés , n'est-elle pas destinée à produire de fréquens changemens dans les chaleurs de leurs

surfaces , pour servir à l'entretien de la vie & de la santé de leurs habitans ? Nous sçavons au moins qu'il en est ainsi de notre globe, où les vicissitudes de la nuit & du jour, de l'Hyver & de l'Eté, du Printems & de l'Automne, servent principalement à conserver la vigueur aux végétaux & aux animaux, qui languiroient & périroient tous dans un état de chaleur toujours uniforme. Car tous les corps organisés, depuis les derniers des végétaux jusqu'aux plus parfaits des animaux, éprouvent, par les vicissitudes de la chaleur & du froid, une oscillation constante, & une contraction & expansion alternatives perpétuelles de toutes leurs parties solides & fluides.

35. Ainsi donc le Soleil, quoiqu'il ne soit pas la seule ou la principale source, est, pour ainsi dire, le grand modérateur du mouvement, de la chaleur, & de la vie des habitans de ce système; & les avantages que nous recevons à cet égard de ce grand moteur de la nature, ne peuvent être trop exaltés. Mais les anciens Payens tombèrent à ce sujet dans l'erreur la plus

grossière, erreur qui subsiste encore aujourd'hui dans quelques nations. Ayant perdu la vraie Religion & la bonne Philosophie qui avoient été données aux premiers hommes, & ainsi ne voyant les choses qu'imparfaitement, éblouis par l'éclat de la lumière du Soleil, & frappés de ses influences sensibles (c), ils s'imaginèrent que leur vie & tous leurs biens dépendoient de cet astre brillant; & ainsi ils adorèrent la créature au lieu du Créateur, l'ouvrage au lieu de celui qui l'avoit formé, & perdirent entièrement la connoissance de l'Etre suprême. Il falloit pour la recouvrer une nouvelle révélation, une nouvelle communication de Dieu à l'homme, ou une connoissance plus exacte du système de la nature, que celle que les hommes pouvoient acquérir d'eux-mêmes; par laquelle on pût découvrir les différentes connexions, les dépendances subordonnées de ses parties les unes avec les autres, & celle où est l'univers entier du souverain Créateur, le maître du

(c) *Wisd. of Solom. XIII. 1-7.*

Ciel & de la Terre, qui a fait le Soleil, la Terre, & les Etoiles, & qui gouverne tout avec une sagesse & une puissance infinie.

IV. *Des degrés de chaleur des Animaux.*

36. Après avoir fait des recherches sur les chaleurs célestes & planétaires, rapprochons-nous maintenant du lieu que nous habitons, & considérons les différens degrés de chaleur qui se trouvent dans les habitans de la Terre, que nous pouvons voir, toucher & sentir : c'est une recherche fort étendue où nous trouverons plus d'utilité & de satisfaction, par l'intérêt particulier que nous y avons.

La chaleur des animaux est fort différente, suivant la variété de leurs especes & celle des saisons. Les Zoologistes les ont divisés avec assez de fondement en chauds & en froids, c'est-à-dire respectivement à nos sens. Nous appelons chauds, ceux qui approchent de notre propre température ; tandis que nous regardons comme froids, tous ceux dont la chaleur est fort au-

178 DDGRÉS DE CHALEUR
deffous de la nôtre , & qui par confé-
quent affectent notre toucher de la
fenfation de froid , quoique fuivant
les expériences que j'ai eu occafion
de faire , ils foient tous un peu plus
chauds que le milieu dans lequel ils
vivent.

37. La gradation depuis les ani-
maux les plus chauds jufqu'à la matiere
purement inactive , eft fort lente : les
degrés en font prefque infenfibles ; &
comme il n'eft pas aifé de déterminer
l'état de végétation le moins parfait ,
il eft auffi difficile de diftinguer les li-
mites entre les premiers des végétaux
& les animaux du dernier ordre *.
Maintenant tous les corps partici-
pent de la chaleur du milieu qui les en-
vironne, comme l'air, l'eau, ou quelle
autre fubftance que ce foit. Je n'ai pas
trouvé par les expériences les plus exa-
ctes que j'ai faites à ce fujet , qu'il y

* Voyez à ce fujet l'*Hiftoire Naturelle* de M.
de Buffon , Tom. II. & les nouvelles *Obferva-
tions Microfcopiques* de M. Needham imprimées
l'année derniere. On y trouve une infinité de
choses curieufes à cet égard , & entierement
neuves.

eût dans les végétaux aucune chaleur vitale , supérieure à la température de l'air environnant , & sensible aux Thermomètres les plus mobiles. Comme l'air est un corps subtil & léger qui s'échauffe & se refroidit aisément , lorsqu'il perd de sa chaleur , ce qui arrive principalement le soir & la nuit , il est plus froid que les plantes qu'il environne. Mais d'un autre côté , & par la même raison il paroît s'échauffer & s'échauffe réellement plutôt & plus sensiblement , pendant la plus grande partie du jour , que ne peuvent le faire les végétaux. Il faut remarquer cependant , que lorsque tout est entretenu dans un état uniforme , on n'y observe pas de différence de chaleur , les plantes correspondent toujours exactement à la température du milieu environnant. *In vegetalibus & Plantis nullus reperitur caloris gradus ad tactum , neque in lachrymis ipsorum , neque in medullis recentior apertis (a).*

38. Il y a même plusieurs especes d'animaux dont la chaleur ne surpasse

(a) Bacon *Nov. Organ.* II. 12.

que fort peu celle de l'air ou de l'eau. Les insectes sont un sujet d'étonnement pour nous ; car quoiqu'ils paroissent les plus tendres & les plus délicats de tous les animaux , ils sont cependant ceux qui peuvent supporter les plus grands froids sans en être incommodés. Ils se conservent dans les saisons les plus froides , sans autres défenses que les feuilles & l'écorce des arbrisseaux & des arbres , ou en se tenant dans les trous de murailles , ou bien couverts d'un peu de terre , & il y en a quelques-uns qui s'y exposent entièrement nuds. Dans les rudes hyvers de 1709 & 1729 , les œufs des insectes , & les chrysalides , échapperent à la violence du froid qui fut insupportable aux animaux les plus vigoureux. On sçait combien la liqueur descendit alors dans les Thermomètres. M. de Réaumur a trouvé (*b*) quelques chrysalides très-jeunes , qui étoient capables de supporter un froid au-dessous du 4^{me} degré. Et ce qui est encore plus, les Mathématiciens François furent

(*b*) Mém. de l'Acad. 1734. p. 257.

fort incommodés d'un grand nombre d'essains de mouches de différentes especes (c), dont les œufs & les chrysalides devoient avoir supporté des froids encore plus grands. Je trouve que les chrysalides n'ont qu'un fort petit degré de chaleur, une division ou deux au-dessus de l'air ambiant.

39. Tous les insectes sont placés communément parmi les animaux froids (d); mais il y a à cet égard une exception fort singuliere dans la chaleur des abeilles, qui tiennent un rang distingué parmi ces sortes d'animaux. Comme, suivant les curieuses observations des Naturalistes, elles ont quelque chose de particulier dans leur économie, leur structure, & leur génération; de même j'ai observé qu'elles avoient une prérogative très-singuliere par rapport à la chaleur de leurs corps. J'en ai fait souvent l'expérience, & je trouve que la chaleur d'un essain d'a-

(c) Maupert, *Fig. de la Terre*, p. 12. Voyez aussi Boylé. *Experienc. of cold. abr.* 1, p. 661.

(d) Voyez Bacon. *Nov. Org.* II. § 11. p. 167. §. 12. p. 186. § 13. p. 192. *Nat. hist.* 73. *List. de Buccin.* p. 245.

beilles fait monter le Thermomètre au-dessus de 97 degrés. Chaleur qui n'est pas inférieure à celle dont nous jouissons.

40. Les autres animaux qui sont peu vigoureux , ainsi que je l'ai observé des insectes ordinaires , ont très-peu de chaleur au-dessus de celle du milieu qui les environne. On a peine à en trouver dans les moules & les huîtres. Il y en a fort peu dans les poissons qui ont des ouies. Dans les carrelets , les merlans & les merlus , il se trouva à peine un degré de chaleur de plus que dans l'eau salée où ils nâgeoient , lors même qu'elle n'étoit qu'au 41^{me} degré. Les poissons rouges ne sont guères plus chauds. Quelques Truites dont j'ai examiné la chaleur n'étoient qu'au 62^{me} degré , lorsque l'eau de la riviere où elles nâgeoient , étoit au 61^{me} degré (e). Les poissons peuvent vivre dans l'eau qui n'est qu'un peu plus chaude que le degré de la

(e) Et dernièrement à Paris je trouvai que la chaleur d'une carpe surpassoit à peine le 54^{me} degré , chaleur de l'eau dans laquelle je l'examinai. La chaleur d'une anguille est la même.

congélation, c'est-à-dire, un peu au-dessus du 32^{me} degré.

41. Les serpens ne sont, suivant le résultat de différentes expériences que j'ai faites, que de 2 degrés plus chauds que l'air. Les grenouilles & les tortues de terre me parurent avoir un principe de chaleur un peu plus fort, c'est-à-dire supérieur d'environ 5 degrés à l'air où elles respirent. Et je crois que c'est là le cas de ces sortes d'animaux respirans, qui ont à la vérité des poulmons (mais des poulmons en forme de vessie) & qui n'ont pas leur sang beaucoup plus chaud que les poissons qui ont des ouies. Tels sont les Tortues de mer, les crapaux, les vipères, & toute la classe des serpens qui ont leurs poulmons de la même structure, & le sang aussi froid que ces poissons. Mais la plupart de ces sortes d'animaux ne sont pas capables de supporter de fort grands froids; ils se retirent durant la rigueur des hyvers dans des trous où ils sont assez à l'abri du froid, souvent peut-être à la température moyenne de 48 degrés ou environ. Ils sont à la vérité comme engourdis dans ces fai-

sons (f), & ne perdent que très-peu de substance (g). Et je crois qu'on peut dire la même chose des hirondelles, & des autres oiseaux, & enfin de toutes les sortes d'animaux sujets à cette espèce de sommeil ; lesquels quoique naturellement chauds, & même à un plus haut degré que ceux dont nous avons parlé ci-devant, sont cependant probablement plus froids dans cet état inactif, que lorsqu'ils jouissent de toute leur vigueur.

42. La chaleur des animaux chauds n'est pas uniformément la même dans tous les animaux, & dans tous les tems. Elle est susceptible d'une très-grande latitude : elle varie suivant leurs différentes espèces & suivant les circonstances où se trouve chaque individu. La surface de leurs corps est considérablement affectée par la chaleur & le froid du milieu ambiant, & par conséquent

(f) Voyez Harv. *de motu cord.* IV. p. 28. XVII. p. 65. List. *de Cochl.* p. 164. De Bucc. pag. 246. 21.

(g) Voyez *Phil. Transf. abr.* 11. p. 325. List. *de Cochl.* p. 163. 165.

par toutes les variétés des saisons & des climats, s'ils ne se garantissent pas assez de leurs influences. Lorsqu'ils prennent cette précaution, leur chaleur interne & externe est à peu près la même; mais toujours un peu différente dans différens animaux.

43. Le Docteur Boerhaave (*h*) regardoit à la vérité la chaleur des animaux chauds comme uniforme, ou comme étant la même dans tous; & il la croyoit communément capable de faire monter le Mercure dans le Thermomètre au 92^{me} degré ou au plus au 94^{me}. Pareillement, suivant le Docteur Pitcarne (*i*), la chaleur du corps humain est au 17^{me} degré, ce qui revient au 92^{me} de notre Thermomètre. M. Amontons (*l*) trouva par différentes expériences, que la chaleur communiquée par le corps humain à son Thermomètre, étoit de $58\frac{2}{12}$, $58\frac{1}{12}$, $58\frac{6}{12}$, $58\frac{7}{12}$, $58\frac{2}{12}$ doigts, qui se trou-

(*h*) *Chem. I. p. 192. 207. 213. 414, &c.*

(*i*) *Elem. Med. II. 1. § 26.*

(*l*) *Mem. de l'Acad. Roy. des Scienc. 1703. p. 235. 243.*

vent par le calcul , correspondre au 91^{me}, 92^{me} & 93^{me} degré de celui de Fahrenheit, ou environ. Le 12^{me} degré du chevalier Newton , (*m*) qu'il fait équivalent à la chaleur externe du corps humain , & à celle d'un oiseau qui couve ses œufs , répond au degré 95½ du nôtre. Fahrenheit place lui-même la chaleur du corps & du sang humain au 96^{me} degré. Et le Docteur Musschenbroek (*n*) dit que le Thermomètre s'arrête à ce point , lorsqu'il est plongé dans le sang qui coule d'un animal ; quoique dans un autre endroit (*o*) il parle du 92^{me} ou 94^{me} degré comme un des plus hauts degrés de chaleur du sang humain.

44. J'ai fait avec beaucoup d'exactitude un très-grand nombre d'observations sur la chaleur des animaux : & en conséquence , je me trouve fondé à avancer que toutes ces estimations sont trop générales , & la plupart fort au-dessous du vrai. Je conjecture que le

(*m*) *Phil. Trans. Abridg.* IV. 2. p. 1. 3.

(*n*) *Ephem. ultraj.* 1728. p. 679.

(*o*) *Essais de Physique*, §. 502.

plus souvent , on ne laissoit pas le tems aux boules des Thermomètres de s'échauffer entierement ; ou peut-être que dans le tems de l'expérience les mains qu'on appliquoit à la boule n'avoient pas toute leur chaleur naturelle, faute de les avoir munies contre le froid. Les hommes sont presque les derniers de la classe des animaux chauds (p). Et cependant , par la chaleur de ma peau bien couverte de toutes parts, je fais monter le Thermomètre au 97^{me} ou 98^{me} degré , en prenant un terme moyen d'après un grand nombre d'expériences. Dans quelques personnes la chaleur est un peu plus considérable , dans d'autres elle est un peu moindre. L'urine nouvellement rendue , & cela dans un vaisseau de la même température que ce fluide, est à peine d'un degré plus chaude que la peau , ainsi que je l'ai trouvé par plusieurs observations répétées. Et nous pouvons regarder cette chaleur de l'urine comme à peu près égale à celle des viscères voisins. Le Docteur Hales

(p) *Casalp. Qu. perip. V, 6. p. 132.*

(*q*) trouva que la chaleur de sa peau étoit de 54, & celle de l'urine récente de 58 degrés de son Thermomètre, ce qui répond aux 99^{me} & 103^{me} degrés du nôtre, si le calcul qui a été fait du rapport de son Thermomètre avec celui de Fahrenheit est bien exact.

45. Cependant, l'espece humaine, comme je le disois ci-devant, est presque la dernière de la classe des animaux chauds. Les quadrupèdes ordinaires, comme les chiens, les chats, les moutons, les bœufs, les cochons, font monter le Thermomètre, par la chaleur de leur peau, 4 ou 5 divisions plus haut que nous, comme aux degrés 100, 101, 102, & quelques-uns à 103 ou un peu plus.

46. Et les poissons respirans ou cétacés sont aussi chauds que ces derniers animaux, comme le Docteur Boerhaave (*r*) le pensoit avec justice; quoiqu'il leur attribue trop peu de chaleur, & à tous autres animaux respirans, lorsqu'il la restreint aux limites étroites de 92

(*q*) *Veget. stati* p. 59.

(*r*) *Chem.* I. p. 415.

ou 93 degrés. Ceux qui ont eu occasion de voyager dans les Indes-Orientales, (f) nous disent que le sang du veau marin étoit sensiblement chaud au toucher. Et M. Richer (t) curieux observateur des choses naturelles, trouva le sang du Marsouin aussi chaud que celui des animaux terrestres ; j'ai éprouvé moi-même que la chaleur de la peau de cet animal amphibie, appelé veau marin, étoit à peu près de 102 degrés. Dans la cavité de l'abdomen, le Thermomètre montoit d'environ une division. Ces animaux ayant cela de commun avec nos quadrupèdes terrestres, qui dans la structure & la forme de leurs viscères ressemblent beaucoup aux poissons qui respirent.

47. Le chancelier Bacon (u) donne comme une opinion reçue, que les oiseaux sont très-chauds. Ils sont effecti-

(f) Voyez *Ent. Apolog. Sc.* p. 207. Le Comte *Mem. de la Chine* II. p. 343.

(t) Voyez Duhamel *Hist. de l'Acad.* p. 157. *Mém. de l'Acad. des Scienc.* 1666 - 1668. VII. p. 325.

(u) *Nov. Org.* II. 13. p. 193.

vement les plus chauds de tous les animaux, plus chauds encore que les quadrupèdes de 3 ou 4 degrés, ainsi que je l'ai trouvé par des expériences sur des canards, des oyes, des poules, des pigeons, des perdrix, des hirondelles, &c. La boule du Thermomètre étant placée entre leurs cuisses, le Mercure monta aux 103^{me}, 104^{me}, 105^{me}, 106^{me}, 107^{me} degrés; & dans une poule qui couvoit des œufs, j'ai trouvé une fois la chaleur au 108^{me} degré, mais elle n'est pas toujours si considérable.

48. C'étoit, je pense, sans fondement que le célèbre Chancelier, dont je viens de parler, croyoit que la chair externe des animaux, lorsqu'elle est en action, étoit plus chaude que le sang, &c. Les viscères se trouvoient ordinairement dans mes Expériences de près d'un degré plus chauds que la peau; quoique quelquefois je n'y aie pu apercevoir que peu ou point du tout de différence. Et un Thermomètre enfoncé dans un ulcère fistuleux qui s'éten-
doit parmi les muscles de la cuisse d'un homme, désigna une chaleur très-peu

au-dessus de celle de la peau munie contre le froid extérieur.

49. Comme la circulation se fait avec beaucoup de vitesse, la chaleur du sang dans les artères & dans les veines, est sensiblement la même, & ne se trouve tout au plus que d'un degré supérieur à celle des entrailles, ou près de deux degrés au-dessus de celle de la peau; différence beaucoup plus petite que celle qui est assignée par le Chevalier Newton (x) & le Docteur Hales (y), suivant lesquels elle ne seroit pas moindre que de 10 ou 11 degrés.

V. Des chaleurs contre - nature des Animaux.

50. Les chaleurs des animaux ne sont pas toujours aussi uniformes qu'elles le paroissent par les expériences que je viens de rapporter. Car outre les variétés qui se manifestent dans différens individus, la chaleur ne se conserve pas toujours la même dans le même ani-

(x) *Phil. Trans. abr.* IV. 2. p. 1. 2.

(y) *Veget. stat.* p. 58. *Hemast.* p. 28.

192 DEGRÉS DE CHALEUR
mal. Les variations ne sont pas à la vérité fort grandes , dans l'état de santé ; mais les maladies ou les accidens extraordinaires peuvent l'augmenter ou la diminuer considérablement. Je n'ai pas encore pu faire assez d'observations pour établir quelque chose de satisfaisant sur la chaleur des animaux dans l'état contre-nature , ou de maladie. Je crois cependant pouvoir assurer qu'elle n'est pas aussi grande dans les fièvres , qu'on se l'imagine communément.

51. Les Auteurs de Médecine font tous mention de très-grandes chaleurs dans les fièvres ardentes. On rapporte de l'Empereur Constance, (a) & de quelques autres personnes , qu'ils étoient d'un tempérament si sec & si chaud , que lorsqu'ils avoient la fièvre , ils bruloient en quelque maniere les mains de ceux qui les touchoient. Mais personne ne sçavoit alors mesurer cette chaleur brulante, de façon qu'on pût en faire un rapport certain. C'est à notre siècle qu'il étoit réservé de déterminer les quantités précises de ces sortes de

(a) Bacon Nov. Org. II. 13. p. 192.
chaleurs.

chaleurs. L'ingénieux Docteur Hales (b) croit que la chaleur dans les fièvres violentes , est d'environ 85 degrés à son Thermomètre , ce qui répond au $136\frac{1}{2}$ ^{me} du nôtre ; degré de chaleur auquel je ne crois pas qu'un animal puisse jamais arriver , & qu'aucune créature vivante n'est en état de supporter. Le Docteur Boerhaave (c) nous fournit quelques observations curieuses sur des animaux dont la vie se termina bientôt dans un air de 146 degrés ; ils moururent tous en moins de tems qu'il n'en auroit fallu pour amener leurs corps à la chaleur du 136^{me} degré. Un Thermomètre mis dans la gueule de l'un d'eux peu de tems après la mort s'arrêta au 110^{me} degré.

§ 2. D'un autre côté , je ne crois pas que la chaleur de la fièvre soit aussi peu considérable & aussi dangereuse que le Docteur Boerhaave (d) semble le penser. Il craint que la sérosité du sang ne se coagule , persuadé que cet effet peut

(b) *Veget. stat.* p. 60.

(c) *Chem.* I. p. 275.

(d) *Aph.* 96. 689, *Chem.* I. p. 343. II. p. 352.

être produit par un degré de chaleur fort peu supérieur au 100^{me}. De-là le Docteur Hales (e) & le Docteur Arbuthnot (f), conduits par l'autorité de Boerhaave, soutiennent que la chaleur naturelle du sang humain approche fort près du degré de coagulation. Mais j'ai vû des fièvres, qui n'étoient pas fort violentes, dans lesquelles je me suis assuré, en observant la chaleur de la peau, que le sang étoit de 5 ou 6 degrés au-dessus du 100^{me}, sans que je craignisse un pareil accident, & sans qu'il en résultât d'aussi funestes effets *. Une semblable chaleur, si le malade étoit négligé ou mal-traité, peut à la vérité, comme l'observe très-justement Hippocrate (g), dissiper les parties les

(e) *Hæmast.* p. 104. 105.

(f) *Ess. on air* p. 114. 211.

(g) *IV. De Morb.* XXIII, 23. &c.

* Dans la fièvre que j'ai eu dernièrement, la chaleur de ma peau, étoit au plus haut point de l'accès de 106 degrés, & par conséquent celle de mon sang de 107 ou 108 degrés. Et de plus, ce qui est fort remarquable, au commencement de l'accès, lorsque j'étois tout tremblant, & que je ressentais le plus grand froid, ma peau étoit cependant de 2 ou 3 degrés plus chaude que dans l'état naturel.

plus subtiles & les plus fluides, & par-là épaissir peu à peu toute la masse du sang, si elle ne la réduit pas en putréfaction. Mais j'ai trouvé par différentes expériences, que pour coaguler la sérosité du sang, ou le blanc d'œuf, il falloit une chaleur bien supérieure à celle que peut supporter un animal vivant. Ces substances restent fluides jusqu'à ce que le Thermomètre soit au 156^{me} degré ou environ. Ce qui est un terme moyen arithmétique entre la chaleur ordinaire du sang humain au degré 99 ou 100, & celle de l'eau bouillante au 212^{me} degré, surpassant l'une précisément d'autant qu'il est inférieur à l'autre.

53. Mais aucun animal, dis-je, ne peut supporter une chaleur approchante de celle-là. Outre les mauvais effets qu'elle auroit sur les fluides, je sçais que nos nerfs ne sont pas capables d'endurer une chaleur aussi violente. Si elle est seulement de quelques degrés plus chaude que notre sang, elle devient insupportable. Le chevalier Newton (*h*)

(*h*) *Phil. Trans. abr. IV. 2. p. 2.*

& M. Amontons (i) trouverent l'eau trop chaude au 108^{me} degré pour y tenir leurs mains. Je conjecture à la vérité que toute la chaleur de l'eau n'avoit pas été entierement communiquée à leurs Thermomètres à grosses boules. Je trouve qu'elle devient trop chaude pour mes mains & mes pieds au 112^{me} ou 114^{me} degré. Et je compte que la plupart des hommes le trouveront de même , pourvu que ces parties ne soient pas trop calleuses. Il ne faut pas cependant juger de la délicatesse du corps par la sensation des mains , qui par le travail & l'usage deviennent insensibles. Le Domestique de M. Amontons étoit en état de supporter l'eau à la chaleur de 122 degrés. Et j'ai vu des gens tenir long-tems dans leurs mains ce que je ne pouvois guères toucher. Et d'un autre côté , les poissons & les animaux froids peuvent être brulés jusqu'à en mourir par une chaleur moindre que celle de notre sang. Une perche , un des poissons à ouies

(i) Mem. de l'Acad. des Sciences. 1703. p. 236, 244.

des plus vigoureux , mourut en 3 minutes dans de l'eau échauffée seulement au 96^{me} degré (1).

54. Les hommes donnoient autrefois souvent des noms à des choses où ils remarquoient certaines ressemblances , sans prétendre en connoître ou en expliquer la nature. Et dans cette vue les Médecins peuvent continuer à parler du *το πυρ*, de fièvres ardentes, d'inflammations, &c. & se servir librement de ces termes & d'autres semblables , s'ils n'entendent par-là , (comme il est vraisemblable qu'on n'entendoit originairement) qu'une maniere figurée d'exprimer les chaleurs extraordinaires du corps, ou la chaleur du sang portée considérablement au-delà de son état naturel. Mais nous voyons par des expériences incontestables , que plusieurs personnes sont tombées dans de grandes erreurs à cet égard , puisque ne se contentant pas de l'usage figuré de ces noms , & se laissant entraîner à des Théories vaines & mal-fondées, elles

(1) *Musschenbr. Tent. Exp. Acad. Cim. add.*
p. 122.

parlent de chaleurs brulantes , d'embrasemens actuels du cœur & des autres viscères , d'ébullitions , d'effervescences des humeurs , de sang enflammé prêt à se mettre en feu (m) , & d'autres pareilles descriptions de chaleurs auxquelles un animal ne peut jamais arriver pendant sa vie. Enforte que ce sont des manieres de parler , qui , pour prévenir les erreurs , ne devroient être admises qu'en Poësie où l'on permet des figures aussi hardies sans aucune restriction. Mais pour les Médecins & les Philosophes , qui par la nature & l'importance des sujets qu'ils traitent , doivent s'attacher plus exactement à la vérité , parler gravement du foye qui brule la bile , & du cœur comme on feroit d'un morceau de fer rouge , brulant les mains de ceux qui le touchent (n) , ou faisant bouillir & écu-

(m) Willis , *Pharm. Ration.* II. p. 22.

(n) *Abu jaafar ebn Tophail Philos. Autodid.* p. 64. *Ali Rodoan apud Gom. Pereir. Antonian. Margar.* p. 326. 770. *Columb. de re anatom.* XIV. p. 477. 481. *Diemerbr. Anat.* II. 6.

mer le sang qu'il reçoit (o) ; ou bien regarder l'estomac comme une marmite , qui par sa grande chaleur fait bouillir nos aliments (p) ; ce sont des idées absolument ridicules , & qui doivent être rejetées par toutes les personnes sensées.

55. Il est donc rare que la nature porte le corps ou le sang des animaux à un degré de chaleur fort au-delà de sa température ordinaire. Et en effet nous sommes incapables de supporter aucun excès considérable en ce genre , soit dans notre corps lui-même, soit dans le milieu qui nous environne. Nous pouvons cependant d'un autre côté endurer de plus grands excès de froid , au moins à l'extérieur. Il y a un grand nombre d'exemples qui font voir que la surface & les extrémités du corps ont été souvent exposées à des froids très-violens , sans qu'il s'en soit ensuivi rien de

(o) Descart. *De Meth.* 5. p. 29. *De hom.* p. 8. *De form. fact.* §. 18, 72. *De Pass.* I. 8, 9. *Epist.* I. 52.

(p) *Hipp. apud. Cels. Med. præf.* p. 6. *Stukely of the Spleen.* p. 35.

fâcheux. Nous avons, je crois, éprouvé tous dans de certains tems des froids très-rigoureux. Ils ne sont cependant rien, comparés à ceux auxquels différentes relations nous apprennent que sont exposés les hommes & les autres animaux dans les contrées plus septentrionales. Ils sont souvent entièrement gelés jusqu'à en mourir ; mais d'autres fois, quoique le froid excessif dure long-tems, ils se rétablissent heureusement. On a trouvé des animaux roides de froid (*q*) dans leurs retraites, ou enterrés sous de la glace qui par le *stimulus* de la douleur, ou par le moyen d'un air plus chaud, ont été rappelés à la vie. Les congélations particulières du nez, des mains, des pieds &c. du corps humain sont fort fréquentes. Mais ce qui est bien plus étonnant, c'est qu'on a vu des hommes (*r*) tellement gelés, que lorsqu'on les plongeait dans l'eau froide, ils contractoient une croute de glace sur tout

(*q*) Boyle, *Exp. on cold*, abr. t. p. 671. 673.
 Quesnay, *Æconom. anim.* p. 25.

(*r*) Fabr. Hild. de Gangr. Sc. XIII. p. 722.

leur corps , dont par conséquent les parties extérieures devoient avoir éprouvé un froid considérablement au-dessous du trente-deuxième degré ; s'il avoit augmenté jusqu'au 25^{me} degré , le sang se feroit gelé dans quelques vaisseaux. Cependant même dans ce terrible état , lorsque tout le corps semble approcher de la congélation & du sommeil de la mort , si on est secouru à propos , suivant la méthode qu'on sçait parfaitement mettre en usage dans ces rigoureux climats , on est bientôt entièrement rétabli. On sent bien que dans ces cas extrêmes la chaleur interne doit avoir été considérablement affoiblie. Mais nous ne pouvons pas encore déterminer jusqu'à quel point elle peut être diminuée sans danger , ou sans qu'il y ait lieu de craindre une mort subite. Cependant , si on mesuroit la quantité de chaleur des oiseaux & des animaux qui passent l'Hyver dans un état de sommeil & d'insensibilité , on pourroit en tirer quelques lumières pour le sujet dont il s'agit.

Nous finirons ici ce qui concerne la

chaleur des animaux en général, ayant déjà examiné cette matiere plus au long dans mon *Traité De calore Animalium* *.

VI. *De la chaleur des Eaux , des Huiles , & des Sels , dans leur état de fluidité & dans celui de consistance.*

La consistance ou la fluidité de la plupart des corps ne sont pas des propriétés qui leur soient essentielles ; mais ce sont plutôt des circonstances ou des accidens , dépendans manifestement des différens degrés de chaleur dont ils jouissent. Quelques - uns des corps les plus durs peuvent être rendus fluides par le feu. Les pierres , les métaux , les sels , &c. les uns à une moindre chaleur , les autres à une plus grande , peuvent être fondus & réduits

* *De similibus Animalibus & Animalium calore Libri duo. Londini 1740 in-80.* Ces deux Ouvrages sont très-curieux. On peut voir un extrait du second dont il s'agit ici, dans les *Essais & Observations de Médecine de la Société d'Edimbourg* traduits de l'Anglois , Tom. III. p. 169.

en un état de fluidité ; ce qui ne continuera qu'autant que durera la chaleur requise. D'un autre côté, la plupart de ces corps qui nous paroissent communément fluides , peuvent être amenés à une forme solide , par le froid , ou la diminution de chaleur. Et s'il y a quelque fluide qu'on n'a jamais vu geler , cela peut être attribué , avec grande apparence de raison , à la difficulté ou peut être à l'impossibilité de les priver entierement de chaleur. Pour mettre dans un plus grand jour la doctrine de la chaleur, & donner lieu de faire quelques progrès dans l'Histoire naturelle & la Philosophie des corps , nous tâcherons d'établir ici les limites de solidité & de fluidité dans la plupart d'entre eux , autant que nos propres observations , ou celles des autres pourront nous y conduire ; les réduisant toutes pour plus grande uniformité à l'échelle de Fahrenheit ; que nous supposerons prolongée même beaucoup au-delà des chaleurs que son Thermomètre est en état de supporter.

Le Chevalier Newton avance une proposition bien hardie , mais qui n'en

est pas moins julte, lorsqu'il nous dit (a) que l'eau est un sel fluide sans goût ; elle change de nature , ajoute-t-il , & se réduit en vapeur par la chaleur , & en glace par le froid ; cette glace est une pierre dure , fragile & fusible , qui est de nouveau réduite en eau par la chaleur. Le Docteur Boerhaave (b) appelle l'eau une espece de verre qui se fond à une chaleur un peu au-dessus du 3^{me} degré , qui fait le terme entre l'eau & la glace.

Toutes nos liqueurs ordinaires ne sont que de l'eau , où se trouvent mêlés des huiles , des sels & de la terre ; & on a observé qu'elles se geloient toutes , ou du moins la plupart d'entr'elles , les unes à un plus grand , les autres à un moindre degré de froid , au-dessous de la congélation de l'eau commune élémentaire.

Les liqueurs animales perdent d'ordinaire leur fluidité assez facilement. Le Docteur Boerhaave (c) croyoit

(a) *Opt.* p. 349.

(b) *Chem.* I , p. 399. 614.

(c) *Chem.* II , p. 377.

que le sang se geloit auffi-tôt que l'eau, ſçavoir au 32^{me} degré ; mais on a trouvé par expérience qu'il réſiſtoit un peu plus au froid. Le ſang de mouton n'étoit pas gelé au 29^{me} degré ; mais il le fut au 25^{me} (d). Et quelques-uns des animaux froids conſervent encore plus conſtamment la fluidité de leurs liqueurs. Quelques infectes à la vérité périffent , & leurs corps ſe roidiſſent à environ 20° (e) : mais il y en a d'autres qui réſiſtent à un froid au-deſſous du 4^{me}, conſervant leur vigueur , la ſoupleſſe de leurs corps & la fluidité de leurs liqueurs (f).

Le lait n'eſt pas difficile à durcir, ſe gelant, à ce que je crois , au 30^{me} degré environ.

L'urine ordinaire ſe gele au 28^{me} degré, quoique ſi elle étoit fortement impregnée de ſels & d'huiles , elle pourroit reſter fluide dans un froid un peu plus grand.

Les liqueurs fermentées ne ſe gèlent

(d) Reaumur. *Mem. de l'Acad.* 1734, p. 260.

(e) *Ibid.* p. 259.

(f) *Ibid.* p. 257. 258.

pas si aisément que l'eau simple ; plus elles sont fortes , plus elles sont en état de supporter le froid ; & lorsqu'elles viennent à se geler , ce sont les parties les plus foibles qui se glacent les premières , les plus fortes & les plus spiritueuses continuant d'être fluides. La petite bière & les petits vins se changent aisément en glace ; & les grands froids en Moscovie , dans le Groenland , à la Baye d'Hudson , gèlent les vins les plus forts , comme ceux de Malaga , d'Alicante , &c. (g).

Ces froids sont certainement très-grands ; mais ceux qui ont eu occasion de les observer , n'avoient pas de moyen d'en prendre aucune mesure exacte & déterminée ; ce que nous pourrions faire maintenant avec plus de certitude , si l'occasion s'en présentoit (h).

Non-seulement les vins les plus forts

(g) Boyle. *Exp. en cold. abridg.* I. p. 594 , 607 , 609 , 610. *Phil. Transf. abr.* II. p. 152. Merret. *Exp. on cold.* p. 47 , 48.

(h) J'ai trouvé dernièrement que le bon vin de Bourgogne & celui de Madere se gèloit au 20^{me} degré environ.

peuvent se geler. L'eau-de-vie elle-même a été changée en glace (i), la partie la plus forte, si le volume de la liqueur est assez considérable, se retirant ordinairement au centre (comme dans la congélation d'un bon vin), & constituant un esprit de vin plus fort, séparé du reste. Et un froid pareil doit sûrement avoir été très-grand. Le Docteur Muffchenbroek (l) ne put réussir à faire geler de l'eau-de-vie avec le froid de la neige & de la glace pulvérisée. Un mélange d'esprit-de-vin & d'eau à parties égales, qui, je crois, feroit une liqueur à peu près de la force de l'eau-de-vie commune, ne se gele qu'au froid du 7^{me} degré au-dessous de 0. Un mélange plus foible, d'une partie d'esprit sur trois parties d'eau se gele au 7^{me} degré. Mais d'un autre côté, un fort mélange où l'esprit étoit double de l'eau, ne se gela que lorsque le froid fut à 11 degrés au-dessous de zero (m).

(i) Boyle. *Exp. on cold. abr.* I. p. 594.

(l) *Tent. exp. Acad. Cim. add.* p. 176.

(m) Réaumur. *Mem. de l'Acad. des Sc.* 1734, p. 255.

Mais l'esprit-de-vin rectifié de M. de Réaumur fut exposé pendant l'Hyver à Torneao à un froid beaucoup plus grand qu'il ne peut jamais en arriver en France. Il y fut aussi gelé, quoique nous ne puissions pas dire à quel degré (*n*). Nous sommes seulement surs, que le froid capable de cet effet. n'étoit pas plus grand que de 34 degrés au-dessous de 0, peut être beaucoup moindre. Si on sçavoit la maniere de s'y prendre, on pourroit déterminer cela assez exactement, dans ces froides contrées, où je crois que le plus parfait Alcohol pourroit être gelé, peut-être l'Ether lui-même.

Le vinaigre est le produit d'une seconde espece de fermentation, par laquelle l'huile & les esprits du vin sont changés en une liqueur acide qui résiste fortement au froid; & il y résiste davantage, à mesure qu'il est plus violent. Le vinaigre commun n'est pas à la vérité difficile à geler; ce qui arrive ordinairement à peu près au 28^{me} degré. Mais lorsqu'il est privé par la di-

(*n*) Maupert. *Fig. de la Terre*, p. 38.

stillation d'une grande partie de son phlegme : on l'appelle esprit de vinaigre , & il résiste à un froid beaucoup plus grand. Cependant il s'est gelé étant exposé à un froid violent, ainsi que nous le dit M. Boyle (o) , comme aussi lorsqu'il a été environné de mélange artificiel de neige & d'esprit de nitre. Mais le Docteur Musschebroek (p) qui répéta l'expérience après M. Boyle (q) , négligea d'observer , ou du moins de nous dire , le froid de cette glace de vinaigre. Dans cette congélation il y en eut une partie qui resta fluide , c'est le vinaigre le plus fort & le plus concentré. Et cependant ce dernier fut aussi entièrement changé en glace (r) au moyen d'une nouvelle application du mélange , par où sa force & son acidité fut considérablement affoiblie.

Mais les forts acides minéraux , conservent leur fluidité beaucoup

(o) *Exp. on cold. abr. I. p. 593.*

(p) *Tent. exp. Acad. Cim. add. p. 175.*

(q) *Exper. on cold. abr. I. p. 590.*

(r) *Mussch. ibid. p. 176.*

mieux , à l'exception cependant de l'huile de vitriol , qui commence à se geler, ou plutôt à se coaguler à peu près aussi-tôt que l'eau simple (*f*). Dans les expériences que M. Boyle (*t*) & le Docteur Merret (*u*) ont faites par un tems très-froid, ils ne trouverent rien de gelé dans l'eau forte , dans l'esprit de nitre , dans celui de sel , de vitriol , &c. Les mélanges dont on se sert ordinairement pour former de la glace , ne les affectent pas. Cependant Fahrenheit en réitérant l'effusion de ces liqueurs , produisit un froid très-violent au 40^{me} degré au-dessous de 0 , dans lequel l'esprit de nitre lui-même se gela & donna des cristaux (*x*).

Les esprits alcalis volatils ne paroissent pas avoir la vertu de résister au froid aussi long-tems. L'esprit d'urine & l'esprit de sang humain furent gelés

(*f*) Merret. *Account of freezing* , p. 8. Mais il semble que cette disposition à se geler & à se coaguler se perd à la suite du tems. Voyez Musschenbr. *Essais de Physique* , §. 920.

(*t*) *Exp. on cold. abr.* L. p. 596.

(*u*) Merret. *Acc. of freez.* p. 17.

(*x*) Boerhaav. *Chem.* I. 164, 165.

dans un tems froid en Angleterre (y) ; & un mélange de neige & d'esprit de nitre gele l'esprit de sel ammoniac fait avec la chaux (z). Ce mélange fut capable de geler l'esprit de vinaigre , & un foible esprit de sel , & de changer d'autres liqueurs salines en glace figurée. Mais il n'eut point d'influence sensible sur l'esprit de nitre.

L'eau impregnée d'une quantité médiocre de quelques sels ordinaires se gele dans le tems froid , comme , par exemple, des dissolutions de sucre, d'alun , de vitriol , de nitre , de sel marin, de verd de gris , d'arsenic , de sel ammoniac , de sels lixiviels , &c. Mais une dissolution de sel gemme ne se gela point avec les autres (a). Et on n'est parvenu à faire geler de l'huile de tartre par défaillance , que par un mélange de neige & de sel (b). L'eau de mer se gele , quoiqu'on ait avancé

(y) Boyle *Exper. on cold abr.* I. p. 593, 597.
Exp. on Blood III. 482.

(z) *Ibid.* p. 590.

(a) Merret. *ibid.* p. 7, 8, 47.

(b) Boyle, *ibid.* p. 593, 596.

le contraire sans y avoir fait une attention suffisante. Tous les voyages du Nord sont pleins d'observations qui le confirment (*c*). Le *Zuyder-sée* en Hollande est souvent gelé ; & la Mer Baltique est une preuve très-convaincante qui se renouvelle tous les ans , du changement de l'eau de mer en glace. Elle se gela même à Londres du tems de M. Boyle (*d*). Et j'ai trouvé de petites parcelles de glace salée & amère dans quelques rochers sur le bord de la mer , où l'eau avoit été jettée & abandonnée à elle-même.

L'eau entierement saoulée de ces sels ne se gele pas aisément (*e*). Il n'est pas bien étonnant que ces dissolutions aient résisté aux froids d'Angleterre. Mais on nous dit qu'une forte saumure de sel gris ne peut se geler , même dans les climats du Nord (*f*), Et des syrops qui ne sont que de fortes dissolutions de sucre dans de l'eau ,

(*c*) *Mussch. Essais de Physiq.* §. 924.

(*d*) *Exp. on cold* , p. 147.

(*e*) *Ibid.* p. 597. Merret, p. 6,

(*f*) *Phil. Transf. abr.* II. p. 152.

qu'on a fait bouillir, ne se gèlent à aucun froid ordinaire (g).

Des Huiles.

Les huiles peuvent être aussi gelées, ou au moins coagulées par le froid. Il y en a quelques-unes, comme les résines, le soufre commun, le blanc de Baleine, le suif, le beurre, &c. qui existent ordinairement sous une forme solide, quoique de leur nature elles soient d' aussi véritables huiles que celles qui retiennent le plus constamment leur état fluide. Mais comme les huiles sont peu à peu atténuées par la chaleur, & épaissies par le froid, les limites entre leur consistance & leur fluidité ne peuvent pas se déterminer aussi exactement que dans les substances aqueuses.

Il y a une grande quantité d'huiles qui conservent leur fluidité dans des froids violens. Nous ne voyons nulle part que les huiles distillées ordinaires aient été gelées, à l'exception d'une

(g) Merret, *ibid.* p. 52, 53.

fois que M. Boyle (a) trouva que l'huile de Térébenthine non rectifiée, avoit sa partie supérieure changée en glace. Et l'huile d'anis paroît ordinairement comme une espece de beurre jusqu'à ce qu'elle soit un peu échauffée.

La plûpart même des huiles par expression résistent très-bien au froid : comme celle de semence de lin , de chenevis , de noix , d'amandes douces, &c. (b). Mais l'huile d'olives commune s'épaissit , & devient bien-tôt opaque , comme à 43 degrés environ. Diverses especes d'huiles & les différentes parties de la même huile se gellent à différens degrés de froid ; enforte que nous voyons quelquefois une partie de ces huiles rester fluide dans de très-grands froids.

La cire est une huile végétale ramassée sur les fleurs par les abeilles. Elle nage sur l'eau , & ne perd pas sa fermeté ni son opacité, qu'elle ne soit échauffée jusqu'au 142^{me} degré.

(a) *Exp. on cold abr.* p. 597.

(b) Boyle, *orig. of heat abr.* I. p. 559. *Exp. on cold*, 798.

Toutes les résines peuvent être aussi regardées comme des huiles végétales, & elles se fondent à une chaleur inférieure à celle de l'eau tiède. La résine commune acquiert une sorte de fluidité à la chaleur d'environ 150 degrés.

Plusieurs huiles minérales paroissent ordinairement fluides, comme celle de pétrole, de naphte, &c. & nous ne sçavons pas à quel degré de froid elles prennent de la consistance. D'autres, comme l'asphalte, le succin, &c. se trouvent toujours sous une forme solide & sèche, mais elles peuvent être fondues par la chaleur. Le soufre est une huile de cette espece.

L'huile de Baleine ne se gele pas facilement (c). Et je crois que c'est de-là qu'*Olaus Magnus* (d) nous dit qu'on avoit coutume, dans les Régions du Nord, de remplir les souterains des places fortifiées avec de l'huile de Baleine en Hyver pour maintenir fluide l'eau qui étoit au-dessous. Mais M. Boyle (e) & le Docteur Mer-

(c) Boyle, *ibid.* p. 596, 598.

(d) *Ibid.* p. 596.

(e) *Ibid.* p. 596.

ret (f) la trouverent gelée même dans les froids d'Angleterre.

Les autres huiles animales n'ont pas besoin d'une plus grande chaleur pour conserver leur fluidité. Le beurre est une huile de cette espece. Durant le mois de Mai il fallut pour le fondre une chaleur entre le 80^{me} & le 90^{me} degré : mais étant ainsi échauffé il reste un peu fluide jusqu'à ce que le Thermomètre soit descendu au 74^{me} degré.

Le lard de cochon, le suif, &c. se fondent à une chaleur fort peu considérable.

Des Sels.

Nous avons dit ci-devant qu'on pourroit regarder l'eau commune comme un sel sans goût, dissoluble à une très-petite chaleur. Ne pourrions-nous pas d'un autre côté regarder les sels ordinaires comme différentes eaux qui ne deviennent fluides qu'à un plus grand degré de chaleur, les unes plutôt, les autres plus tard. Je voudrois qu'on dé-

(f) *Ibid.* p. 47.

terminât à quels degrés se fondent les sels suivant.

L'Alun.

Le sel Marin.

Le Borax.

Le Nitre.

Le sel Ammoniac.

Le sel Alkali.

Le Vitriol.

VII. Des chaleurs qui font rougir & fondre les métaux & les minéraux.

Nous allons maintenant examiner les corps qui de tous , à l'exception de la terre élémentaire , sont les plus solides , les plus durs & les plus susceptibles de chaleur. Je veux dire les substances métalliques & minérales. Elles sont naturellement sous une forme solide , mais il y en a quelques-unes qui se fondent à un feu assez médiocre , tandis que d'autres demandent une chaleur si violente pour les réduire en fusion , qu'il est difficile de la déterminer.



On met toujours le vis-argent dans la classe des métaux. Mais il est si éloigné de la forme solide & de l'apparence des autres métaux , qu'on peut avec justice le regarder comme le fluide le plus parfait qui soit dans la nature. On peut à la vérité le priver de cette propriété par quelques légères additions, mais lorsqu'on le laisse à lui-même pur & sans mélange, il conserve toujours sa fluidité dans les plus grands froids naturels ou artificiels qui aient jamais été observés (a).



De tous les métaux simples ou substances métalliques , l'étain est celui qui perd sa consistance & se fond le plus aisément , ou au moindre degré de chaleur. Suivant l'observation du Chevalier Newton réduite aux nom-

(a) Boyle, *ibid.* p. 397. Boerhaav. *Chem.* I. p. 36, 165. De Maupert, *Fig. de de la Terre*, p. 58.

bres de notre Thermomètre, ce métal se fond au $(\frac{71 \times 180}{34} + 32 =) 408^{\text{me}}$ degré (b). Suivant les Expériences du Docteur Muffchenbroek (c) il ne se fond qu'au $(\frac{109 \times 180}{53} + 32 =) 422^{\text{me}}$ degré. Et il pourroit y avoir de plus grandes différences causées par des mélanges accidentels. Les expériences du Chevalier Newton sur les chaleurs inférieures à celle de l'étain, sont, je crois, fort approchantes de la vérité. Pour celles qui sont au-delà, nous n'en sommes pas si surs, parce qu'ils les a déterminées d'une manière moins exacte.

Le plomb est après l'étain le métal qui se fond le plus aisément. Mais ici je ne trouve pas que les observations de différens Physiciens s'accordent aussi bien que dans le cas précédent. Suivant la méthode du Chevalier Newton pour trouver la chaleur du plomb qui commence à se fondre, elle répondroit à notre 540^{me} degré (d). Mais suivant les expériences du Docteur Muffchen-

(b) *Phil. Trans. abr.* IV. 2. p. 24.

(c) *Tent. Acad. Cim. add.* II. p. 21.

(d) *Ibid.* p. 2.

broek (e) réduites à nos nombres , le mercure monteroit par une pareille chaleur au 769^{me} degré , s'il étoit susceptible d'une aussi grande expansion d'une maniere réguliere. Et M. Amon-ton (f) a trouvé que la poudre à canon s'allumoit par la même chaleur qui fondoit le plomb.

Il y a des corps qui combinés en une seule masse , deviennent plus solides que lorsqu'ils étoient séparés. Et au contraire , il y en a d'autres qui étant mêlés ensemble , font un composé plus fusible qu'ils n'étoient auparavant ; ce qu'on n'auroit sûrement pas prévu , tant il est au-dessus de nous de déterminer *à priori* & sans expériences , la nature & les propriétés des corps.

Ainsi le plomb & l'étain peuvent être mêlés ensemble en telle proportion , que le composé se fondra plus aisément que l'étain lui-même (g). Le Chevalier Newton a trouvé qu'un mélange de trois parties d'étain & de

(e) *Ibid.*

(f) Mém. de l'Acad. 1703 , p. 247.

(g) Mussch. *ibid.* Boerh. *Chem.* I. p. 751.

deux de plomb se fondoit à son degré 57, ou au $(\frac{57 + 180}{34} + 32 =)$ 334^{me} degré de notre Thermomètre (*h*). Mais si le plomb est en plus grande proportion à l'étain, il faut une chaleur plus considérable que celle de l'étain qui se fond, pour rendre le composé fluide. Car il éprouva qu'il falloit une chaleur de 460 degrés pour fondre un mélange de 4 parties de plomb, & de 1 partie d'étain (*i*). Lorsque le plomb étoit à l'étain comme 5 à 1, cette chaleur n'étoit pas capable de tenir le mélange en fusion (*k*).

Ce qui augmente encore considérablement la fusibilité de ces métaux, c'est l'addition du bismuth, marcaffite ou substance sulphuréo-métallique, qui ne se fond pas aussi facilement que l'étain. Le bismuth dont se servoit le Chevalier Newton dans ces expériences, ne se fondoit qu'à une chaleur de 460 degrés (*l*), & le bismuth du Do-

(*h*) *Phil. Trans. Abridg. IV, 2, p. 2.*

(*i*) *Ibid.*

(*k*) *Ibid.*

(*l*) *Ibid.*

cteur Musschenbroek étoit beaucoup difficile à fondre, à sçavoir à 1051 degrés (*m*). Une marcassite d'or, quoique plus fusible, ne se fondit qu'au 506^{me} degré de chaleur.

Un mélange d'étain & de bismuth se fond à une chaleur moindre que celle qui est nécessaire pour les fondre l'un ou l'autre séparément (*n*). Lorsqu'ils étoient en quantité égales, le composé se fondoit au 283^{me} degré (*o*). Si vous changez cette proportion, le mélange devient susceptible d'une plus grande chaleur. Lorsque l'étain étoit double du bismuth, il ne se fondoit qu'au 334^{me} degré (*p*). Et il résistoit à cette chaleur lorsque l'étain étoit au bismuth comme 5 à 3 (*q*). Et si la proportion du bismuth est très-petite, la chaleur nécessaire pour tenir le mélange en fusion, est encore plus grande, & approche davantage de celle de l'é-

(*m*) Mussch. *ibid.*

(*n*) *Ibid.*

(*o*) Newton, *ibid.* p. 2.

(*p*) *Ibid.*

(*q*) *Ibid.*

tain qui se fond. Lorsqu'il y avoit huit fois plus d'étain que de bismuth , le mélange ne se fondeoit qu'à la chaleur du 392^{me} degré.

Nous apprenons du Chevalier Newton , que la chaleur du plomb qui se fond est de 540 degrés , & celle du bismuth de 460. Mais ces deux corps si difficiles à se fondre d'eux-mêmes , étant mêlés ensemble en une seule masse , sont beaucoup plus faciles à mettre en fusion. Un mélange de ces deux substances commença à prendre de la consistance au 334^{me} degré ; & par conséquent il se seroit fondu à une chaleur tant soit peu plus grande.

Mais ce qui est encore plus surprenant , c'est la grande fusibilité d'un mélange de ces trois substances. M. Hombery (r) proposa pour une injection anatomique , un métal composé de plomb , d'étain & de bismuth à parties égales , qu'il dit entrer en fusion , à une chaleur si peu considérable , que le papier n'en seroit pas brûlé. Le Che-

(r) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1699 , p. 235.

valier Newton fit un mélange de ces corps en telles proportions , qu'il se fondeit & persiftoit fluide à une chaleur encore plus petite , qui n'excédoit pas beaucoup celle de l'eau bouillante. Un composé de 2 parties de plomb , de 3 parties d'étain & de 5 de bismuth , commença à s'épaissir précisément à cette chaleur (f). Ainsi il se feroit fondu avec très-peu de chaleur de plus. Et un autre mélange des mêmes matieres dans une proportion un peu différente de la précédente , se fondit à une chaleur de 246 degrés. Il étoit composé de plomb , d'étain & de bismuth dans les proportions de 1 , 4 & 5.

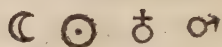
L'antimoine est un minéral composé de parties sulfureuses & métalliques. La substance métallique , lorsqu'elle est séparée de l'autre , s'appelle le régule. Ce dernier corps est capable de supporter une grande chaleur sans se fondre. Lorsqu'il est préparé avec le fer , ce qu'on appelle alors régule de Mars , il ne commence à prendre de la consistance qu'au 805^{me} degré , & par

(f) Newton, *ibid.*

conséquent il faudroit une chaleur un peu plus grande pour le faire fondre.

Mais ce régule se met un peu plus facilement en fusion lorsqu'il est mêlé avec de l'étain & du bismuth. Mêlé avec de l'étain à parties égales , on trouva qu'il se fendoit au 635^{me} degré. Lorsque le régule excédoit 5 fois la quantité de l'étain , le mélange n'entroit en fusion qu'au 752^{me} degré. Il en fut de même d'un mélange de régule & de bismuth , en raison de 2 à 1. Mais lorsque le régule étoit en moindre proportion au bismuth comme en raison de 4 à 7 , le composé se fendoit plus aisément. Car il perdoit sa solidité au 635^{me} degré.

Quoiqu'il semble par ces expériences , que l'antimoine donne à l'étain & au bismuth une force de résister au feu, & même un peu plus grande que sa quantité proportionnelle dans les mélanges ne l'exigeroit , cependant il accélere la fusion des métaux plus durs. Lorsqu'il est ajouté au fer rouge , il le met bien-tôt en fusion. Et il augmente la fusibilité & la volatilité de quelques autres métaux.



Les métaux durs , l'argent , l'or , le cuivre & le fer , demandent un degré de chaleur plus considérable pour perdre leur consistance & entrer en fusion. Avant que de subir un changement si remarquable , ils deviennent rouges ; ce qui arrive lorsqu'ils ont acquis un degré de chaleur bien supérieur à celui des corps chauds ordinaires , comme l'air d'Été , l'eau bouillante , &c. & dont quelques personnes ont tâché de déterminer les proportions.

Le Docteur Keill assure que « la
« chaleur du fer rouge n'est que 7 fois
« plus grande que la chaleur ordi-
« naire du Soleil en Été (1). » Mais
cette chaleur ordinaire du Soleil en
Été n'est pas une chose bien détermi-
née , sur-tout comme on l'entendoit
alors. Ensorte que nous ne sommes
pas tout-à-fait sûrs de ce que le Do-
cteur Keill regardoit comme la cha-
leur du fer rouge , quoiqu'il y ait lieu

(1) *Exam. of Burnet. Theor. p. 156.*

de croire qu'il parloit relativement à ce qu'il avoit trouvé sur ce sujet dans le Chevalier Newton.

Ce grand Homme avoit fait de très-bonne heure des expériences sur les différens degrés de chaleur des corps. Et c'est de ces premiers essais qu'il tira ce qu'il en dit dans ses Principes , estimant la chaleur du fer rouge 3 ou 4 fois plus grande que celle de l'eau bouillante (u) : presque comme le Docteur Pitcarne l'avança bien-tôt après (x) ; enforte que je suis porté à croire que le Chevalier Newton lui avoit communiqué cette observation, « que par la chaleur de notre « air en Eté, l'huile montoit dans le « Thermomètre à $7\frac{1}{2}$ degrés , par la « chaleur de notre peau au 17^{me} de- « gré , par l'eau bouillante au 50^{me} ou « 52^{me} ; par la chaleur du fer rouge à « trois fois ce nombre ; ou à $(180 \times 3$ « $+ 32 =)$ 572 degrés suivant notre « graduation. »

Mais je ne sçais pas trop sur quel

(u) Princip p. 508.

(x) Elem. Med. II, 1. §. 26.

fondement le Chevalier Newton n'estimoit le fer rouge que 3 ou 4 fois plus chaud que l'eau bouillante. Et je ne conçois pas comment lui ou le Docteur Pitcarne pouvoit déterminer la dilatation de l'huile de semence de lin, par l'application directe de la chaleur du ferrouge ; car elle bout à une chaleur bien au-dessous de cette dernière. Et quand même on supposeroit que l'huile se raréfîât autant qu'on voudroit sans bouillir, la chaleur du fer rouge la feroit élever bien au-delà de 150 ou 200 de ces degrés ; c'est-à-dire, qu'elle dilateroit l'huile beaucoup plus que 3 ou 4 fois l'expansion qu'elle reçoit de l'eau bouillante.

Il est vrai que le Chevalier Newton ne donne ce calcul que comme une conjecture ; cependant il est conservé dans les deux dernières éditions, tel qu'il étoit dans la première, sans le moindre changement, quoique longtemps avant qu'il les publiât, il eût fait quelques expériences nouvelles, par lesquelles il avoit trouvé d'une manière fort ingénieuse, que la chaleur du fer rouge étoit beaucoup plus

considérable. Car ses premières recherches sur la chaleur respective des corps, devoient être imparfaites à quelques égards , suivant le sort ordinaire de tous les premiers essais. Mais comme cette matière étoit bien digne d'attention , il avoit trop de génie pour en rester-là. Il répéta ses expériences avec plus de soin & d'exactitude ; & en 1701 il en donna le résultat à la Société Royale , dans un excellent Mémoire , qui contient un très-grand nombre d'expériences & de remarques curieuses ; & où se trouve *une échelle des degrés de chaleur* déterminés avec un Thermomètre à huile & un morceau de fer rouge (*a*).

Nous avons déjà eu occasion de parler plus au long (*b*) de cette méthode de déterminer les degrés de chaleur. C'est le résultat de ses observations qui nous intéresse actuellement. Nous apprenons (*c*) que les corps échauffés jusqu'à son 14^{me} degré, qui répond à notre

(*a*) *Phil. Trans. abridg.* IV. 2. p. 1. &c.

(*b*) *Eff.* V. §. 3. &c.

(*c*) *Phil. Trans. ibid.* p. 3.

230 DEGRÉS DE CHALEUR

($\frac{114 \times 120}{34} + 32 =$) 635^{me} , commen-
cent à briller dans l'obscurité d'une
maniere sensible. On peut appeller ce
degré le *point brillant de la chaleur*.
Mais je suis très-porté à croire que
ce qu'il dit ici & plus bas , de l'éclat
des corps échauffés , ne doit s'entendre
que du fer. Car il est assez vraisem-
blable que les différens métaux & au-
tres corps parviennent à ce *point bril-*
lant à différens degrés de chaleur.

Mais le fer doit être beaucoup plus
échauffé pour devenir rouge. Avant
qu'il puisse briller vivement , même
dans l'obscurité , il doit être au degré
752. Et cependant il n'a point alors
d'éclat sensible dans le crépuscule. Ce
n'est que lorsque la chaleur est par-
venue au 884^{me} degré , que les corps
brillent distinctement dans le crépus-
cule , immédiatement avant le lever
du Soleil ou après son coucher : mais
ils ne brillent point du tout ou d'une
maniere fort obscure en plein midi.
En conséquence , nous trouvons par-
mi les expériences du Docteur Mus-
schenbroek , qu'une verge de fer é-
chauffée , mais non pas rougie dans le

feu, a été allongée de 276 degrés de son Pyrometre ; ce qui répond au $(\frac{276 \times 180}{53} + 32 =)$ 969^{me} dans notre graduation.

Suivant M. le Chevalier Newton, la chaleur d'un petit feu de charbon de terre & celle du fer qu'on y avoit fait rougir, étoit de $(\frac{192 \times 180}{34} + 32 =)$ 1049 degrés. Et une verge d'acier échauffée dans le feu jusqu'à ce qu'elle fût rouge, a été trouvée par le Docteur Muffchenbroek (*d*), allongée de 364 degrés ; & par conséquent elle avoit été échauffée jusqu'à notre $(\frac{364 \times 180}{56} + 32 =)$ 1095^{me} degré ; ce qui differe bien peu de la chaleur du petit feu de charbon, dont nous venons de parler d'après Newton.

Ce grand Physicien donne (*e*) la chaleur d'un petit feu de bois comme plus grande, montant peut-être à son 200^{me} ou 210^{me} degré ; ce qui correspond à notre $(\frac{210 \times 180}{34} + 32 =)$ 1408^{me}. Et il regarde avec justice un plus grand feu comme encore plus

(*d*) Tent. Acad. Cim. II. p. 48 & 49.

(*e*) Phil. Transf. *ibid.*

232 DEGRÉS DE CHALEUR

chaud , particulièrement si on le pousse avec des soufflets. Musschenbroek a trouvé que le cuivre échauffé par le feu jusqu'à briller , étoit allongé de 392 divisions , c'est-à-dire , jusqu'à notre $(\frac{392 \times 180}{59} + 32 =) 1228^{\text{me}}$ degré. Et il est sûr que le fer demande une plus grande chaleur que le cuivre pour rougir & entrer en fusion.

VIII. *Des chaleurs qui font bouillir les liquides & les corps fondus.*

Un degré de chaleur très-médiocre, qui n'excede pas celui des animaux chauds, suffit pour produire des bulles d'air dans l'eau fraîche. Mais pour la faire réellement bouillir , il faut une chaleur beaucoup plus grande. Suivant la construction de nos Thermomètres , le mercure doit être élevé au 212^{me} degré , pour que cet effet soit produit , & l'eau est incapable de s'échauffer au-delà de ce point , dans l'état ordinaire de l'atmosphère. Cette circonstance doit aussi s'entendre des chaleurs d'ébullition des autres fluides dont nous aurons occasion de parler.

L'eau

L'eau de mer ne demande pas pour bouillir une chaleur sensiblement plus grande que l'eau commune. Mais si l'eau est impregnée de sel aussi fortement qu'elle peut l'être, elle est susceptible d'un peu plus de chaleur. Le Docteur Boerhaave (a) a trouvé qu'une forte saumure ne bouilloit qu'à la chaleur du 218^{me} degré.

Une lessive de potasse s'échauffe jusqu'au 240^{me} degré avant que de bouillir (b). Et les esprits salins communs qui sont de fortes dissolutions de sels acides volatilisés dans de l'eau, supportent ce degré de chaleur, ou même un plus grand. L'esprit de nitre va jusqu'au 242^{me} degré. Et je crois que l'eau forte, l'esprit de sel, &c. sont susceptibles de la même chaleur. Mais l'huile de vitriol, le plus fort de tous les esprits acides (& l'esprit de soufre *per campanam* en approche beaucoup) reçoit une chaleur considérablement plus grande, à sçavoir jusqu'au 547^{me} degré.

(a) Chem. Tom. I. p. 746.

(b) Philos. Transf. abr. VI, 2. p. 18.

234 DEGRÉS DE CHALEUR

Les vraies huiles communes demandent encore une chaleur beaucoup plus grande pour parvenir à l'ébullition. Il est vrai que l'alcool bout à un moindre degré de chaleur qu'aucune autre liqueur, à sçavoir au 174^{me} ou 175^{me} degré, & l'eau-de-vie à environ 190 degrés, comme je l'ai éprouvé moi-même; & l'alcool n'est qu'une huile légère; mais elle est tellement atténuée & subtilisée, par la fermentation & par la distillation, qu'elle devient plus tenue, plus volatile & plus aisée à bouillir que l'eau elle-même; ainsi que le Chancelier Bacon l'a observé il y a long-tems (c).

Dans les huiles qui ont quelque viscosité, il y a une adhésion beaucoup plus forte entre leurs parties, & elles peuvent supporter une chaleur considérablement plus grande. *Majorem calorem desiderat ad hoc ut bulliat oleum, quam aqua; & tardius multò bullire incipit*, dit le même Chancelier Bacon (d). L'huile de térébenthine est

(c) *Hist densit. Sc. p. 46.*

(d) *Ibid.*

une des plus tenues , & cependant en bouillant elle fait monter le mercure dans le Thermomètre presque au 560^{me} degré (e). Et je compte que c'est à peu près là la chaleur de l'ébullition des autres huiles ordinaires volatiles ou distillées. Cette chaleur augmente cependant , à mesure que l'ébullition continue , les parties les plus volatiles se dissipant , & laissant le résidu plus épais & susceptible d'une plus grande chaleur (f).

Les huiles fixes par expression , peuvent encore recevoir une plus grande chaleur. Suivant M. Fahrenheit & le Docteur Boerhaave , elles doivent commencer à bouillir au même degré de chaleur que le vif-argent , c'est-à-dire , à environ 600 degrés (g) , & en bouillant elles sont susceptibles d'une chaleur encore plus grande avant que de s'enflammer. Le Docteur Mus-

(e) Boerhaav. *Chem.* I, p. 747.

(f) *Ibid.* & p. 748. & *Phil. Trans. ibid.*

(g) Fahrenheit. *Phil. Trans. ibid.* p. 18, 52.
Boerh. *ibid.* p. 165 , 265 , 291. Mussch. *Ess. de Physiq.* S. 880 , 952 , 896.

fchenbroek nous a donné un moyen de juger de cette chaleur indépendamment des Thermomètres communs , par l'allongement des métaux qui y sont dilatés.

Suivant cette méthode , la chaleur de l'huile bouillante est bien supérieure à celle du mercure bouillant. Il trouva (*h*) que depuis le point de la congélation , l'allongement d'une verge de fer dans de l'huile de semences de rave qui bouilloit de telle façon qu'elle étoit prête à s'enflammer , étoit à son allongement dans l'eau bouillante comme 201 à 53 ; & par conséquent comme 682 à 180. Ensorte que si le Thermomètre de mercure eut pu être assez prolongé , cette huile bouillante auroit fait monter le mercure au $(682 + 32 =)$ 714^{me} degré. Et cette chaleur est , suivant la maniere ordinaire de compter depuis le point de la congélation , $(\frac{682}{180} = 3\frac{4}{5})$ 4 fois plus grande que celle de l'eau bouillante.

(*h*) *Tent. Exp. Acad. Cim. Add. II. p. 20.*

Il est vrai qu'une chaleur beaucoup moindre faisoit une sorte de bruit d'ébullition , & produisoit une espece d'écume dans l'huile , par la dissipation des parties les plus aqueuses. Cet effet arriva lorsque la verge de fer n'étoit allongée que de 120 parties , ce qui répond au 440^{me} degré de notre Thermomètre. Mais ce n'est-là qu'une chaleur accidentelle & indéterminée , & qui ne doit point du tout être regardée comme l'ébullition parfaite de l'huile , ou comme le plus grand degré de chaleur dont elle soit susceptible sans s'enflammer.



ESSAI
SUR
LA GÉNÉRATION
DE
LA CHALEUR
DANS
LES ANIMAUX.

*Par M. ROBERT DOUGLAS, Docteur
en Médecine.*

Traduit de l'Anglois.

*Quicquid enim ex Phœnomenis non
deducitur , Hypothesis vocanda sit ; &
Hypotheses , seu Metaphysicæ , seu Phy-
sicæ , seu qualitatum occultarum , seu Me-
chanicæ , in Philosophiâ experimentalî
locum non habent.*

Newton Princip. Math. p. 530.



ESSAI


SUR

LA GÉNÉRATION

DE

LA CHALEUR

DES ANIMAUX.

 I L seroit assez inutile de rapporter ici les différentes opinions des Médecins ou des Physiciens , sur la cause de la chaleur des animaux. D'ailleurs cette exposition m'emporteroit au-delà des bornes que je me suis prescrites dans ce Traité. Je remarquerai seulement , en général , que suivant l'opinion la plus reçue dans le dernier siècle, on l'at-

tribuoit à un mouvement intestin du sang , quoiqu'on ne fût pas d'accord sur l'espece particuliere de ce mouvement intestin ; les uns soutenant que c'étoit une fermentation , les autres une effervescence , une ébullition , &c. A cette hypothese il en succéda une autre où on attribuoit la cause de la chaleur des animaux aux frottemens mécaniques de leurs fluides & de leurs solides , à l'agitation & au choc des parties de ces fluides les unes contre les autres , & contre les parois des vaisseaux qui les contiennent. Cette dernière opinion , adoptée par le célèbre Boerhaave & quelques autres Médecins , est celle qui prévaut actuellement en Europe , quoique les deux premières entendues un peu différemment conservent encore quelques partisans. Enfin il y a un assez grand nombre de Médecins partagés entre l'une & l'autre opinion.

Je viens maintenant directement à mon sujet , que je traiterai en partie suivant l'ordre des Mathématiciens , parce que je pourrai par-là exposer mon sentiment avec beaucoup plus de

clarté que par toute autre voie.

DÉFINITIONS.

Déf. I. Par la chaleur innée d'un animal , j'entens seulement l'excès dont sa chaleur absolue surpasse celle du milieu qui l'environne, soit que ce soit l'air , l'eau ou quelque'autre corps. Ainsi , par exemple , si la chaleur d'un animal est de 90° , & celle de son milieu de 48° , alors sa chaleur innée est égale à 50° . C'est la seule maniere de mesurer exactement la quantité de la chaleur innée. Elle est fondée sur ce principe ; qu'un animal , quoique mort & entierement privé de toute cause intrinsèque de chaleur , est cependant dans la même température que le milieu qui l'environne : par conséquent on doit estimer la quantité de la chaleur innée d'un animal à proportion qu'il surpasse celle de son milieu.

Déf. II. Il y a différens degrés de chaleur externe , qui détruisent tous également la chaleur innée d'un animal (comme nous le ferons voir dans la suite) ; mais ce n'est que le moindre de ces degrés , qui est désigné par le

244 DE LA GÉNÉRATION
terme de la chaleur innée.

Déf. III. Les degrés de chaleur ou de froid du milieu d'un animal sont comptés depuis le terme de sa chaleur innée.

Cette façon d'estimer la quantité de chaleur & de froid extérieurs respectivement à l'animal, me paroît la plus convenable à mon dessein, quoique d'ailleurs cela soit purement arbitraire.

Déf. IV. On entend par la quantité de chaleur qu'un animal engendre, celle qui répare continuellement la perte que le corps d'un animal chaud éprouve nécessairement, par son contact immédiat avec un milieu plus froid.

Suivant cette définition, il est évident que quoique la chaleur engendrée par le même animal soit à peu près proportionnelle au degré de sa chaleur innée (la chaleur perdue par un corps qui se refroidit, étant, dans des tems donnés de peu de durée, presque comme la chaleur (a) qui reste dans ce corps) cependant en comparant les quantités

(a) Voyez *Martine* sur l'échauffement & le refroidissement des corps. p. 73.

de chaleur engendrées par des animaux de différentes grandeurs , cette loi ne peut avoir lieu. Car des corps chauds perdent leur chaleur dans des tems qui font réciproquement comme leurs diamètres (*b*) : donc la chaleur qui se perd, & par conséquent celle qui y supplée, ou la quantité de chaleur engendrée dans des animaux de différentes grandeurs, doivent être en raison directe de leur chaleur innée & inverse de leurs diamètres.

Def. V. La chaleur extérieure relâche les vaisseaux des animaux , & le froid les resserre.

C'est-à-dire , que la chaleur augmente la capacité de ces vaisseaux , & que le froid produit un effet contraire. Mais il faut observer qu'on ne doit pas entendre cela de l'expansion & de la contraction , ou, ce qui est la même chose, de la raréfaction & de la condensation des corps, suivant leurs différens degrés inhérens de chaleur ou de froid ; car ce sont des effets réellement distincts ,

(*b*) Voyez *Newton. Principia Mathematica.*
p. 509.

comme nous le verrons ci-après , *Observation III.*

Déf. VI. J'entends par *Capillaires* , tous vaisseaux d'un animal , si petits qu'un seul globule de sang ne peut dans le cours de la circulation les traverser sans un contact immédiat , un frottement , & un changement de figure : en sorte que le diamètre d'un vaisseau capillaire doit être moindre que le diamètre du globule qui le traverse ; autrement on ne doit plus lui donner ce nom.

Le frottement que ces globules éprouvent contre les parois des vaisseaux capillaires , se rapporte entièrement au frottement d'un solide contre un autre , & c'est en vérité le seul de quelque importance qui existe dans le corps d'un animal. Il est très-distingué du frottement des fluides contre les solides.

Déf. VII. J'emploie le terme de *mouvement intestin* de nos fluides, en général & sans le restreindre à une fermentation , à une effervescence , à une putréfaction , ou à quelque autre espèce que ce soit. Car il importe peu , dans ce cas , de déterminer quelle sorte par-

ticuliere de *mouvement intestin* existe dans le sang.

Déf. VIII. J'appelle animaux chauds, ceux qui peuvent conserver une température uniforme dans les différens degrés de chaleur, ou de froid extérieur. Ceux au contraire dont la température varie avec celle du milieu qui les environne, je les appelle froids. NB. Les degrés de froid & de chaud sont mesurés au Thermomètre de *Fahrenheit*, qui place la température naturelle de l'homme à 98° & celle de la glace à 32° .

OBSERVATIONS.

Obs. I. Les dernières ramifications des vaisseaux sanguins d'un animal, dans un milieu de quelque degré plus froid que son sang, sont des capillaires.

Il n'y a personne qui ne puisse se satisfaire aisément sur l'existence de ces vaisseaux capillaires, en les examinant avec un microscope dans une grenouille, ou dans d'autres animaux qui engendrent de la chaleur. Leuwenhoeck, le premier observateur microsc-

copique en fit la découverte, & elle a été depuis confirmée par les observations des Naturalistes qui l'ont suivi. Mais il faut avertir ici le Lecteur qu'en faisant cette expérience, il doit faire une attention particulière à la chaleur du milieu de l'animal, pour la raison que je vais exposer.

Obs. II. Le froid extérieur resserre les vaisseaux d'un animal, & la chaleur les relâche.

Ce fait est évident par l'expérience la plus commune. Car dans un milieu fort chaud, nous trouvons que nos corps grossissent, les pores de la peau étant tellement dilatés, que la sueur s'en échappe presque en ruisseau, & nous éprouvons une sensation de chaleur accablante occasionnée par un relâchement universel. Au lieu que dans un grand froid, nos vaisseaux sont resserés, roides & contractés : l'exercice même le plus violent ne peut exciter de la sueur, & en même tems nous sommes affectés d'une sensation désagréable, très-différente de celle dont nous venons de parler. En examinant la circulation du sang dans une gre-

nouillé, on apperçoit clairement que les vaisseaux augmentent ou diminuent de diamètre, & permettent aux globules un passage plus ou moins libre à travers les vaisseaux capillaires, suivant l'augmentation ou la diminution de la chaleur ou du froid du milieu ambiant.

Le célèbre M. Hales nous a fait voir par une très-belle expérience (a), combien le chaud ou le froid contribue à relâcher ou à resserrer les vaisseaux des animaux morts. Ainsi on peut voir aisément que le relâchement & le resserrement sont des effets totalement différens de la raréfaction & de la condensation. Les premiers sont faciles à appercevoir : il suffit pour cela d'une très-petite variation dans la chaleur ou le froid extérieur, au lieu qu'il en faut une très-grande pour que les derniers soient sensibles, même pour un Observateur exact. De plus, la raréfaction & la condensation dépendent entièrement de la quantité de chaleur ou de froid inhérente dans le corps raréfié ou condensé. Mais le relâchement

(a) Hæmâtique, Expérience XV.

& le resserrement des vaisseaux d'un animal vivant ne sont pas proportionnés à leur propre température : car nous trouvons que le tronc d'un homme (particulièrement s'il fait de l'exercice) est réellement aussi chaud au Thermomètre dans une grande gelée, lorsque les vaisseaux sont extrêmement resserés, que dans le jour d'Été le plus chaud, lorsqu'ils sont aussi relâchés qu'ils peuvent l'être.

Obs. III. Le frottement des globules dans les capillaires cesse, lorsque la chaleur de l'animal est la même que celle du milieu qui l'environne.

Nous avons vu par l'observation précédente, qu'à proportion que la chaleur extérieure augmentoit, les vaisseaux capillaires étoient dilatés & relâchés : d'où il suit qu'un certain degré de chaleur extérieure doit les relâcher jusqu'à rendre leurs diamètres plus grands que ceux des globules, qui dans ce cas les traverseront en nageant dans leur véhicule aqueux, sans le moindre frottement. Maintenant ce degré de relâchement des capillaires, dans lequel le frottement des globules commence préci-

fément à cesser, arrive (autant qu'on en peut juger par le microscope, à cause de la petitesse des objets) lorsque la température de l'animal est la même que celle du milieu qui l'environne, c'est-à-dire, lorsque par la *Def. I.* il n'engendre point de chaleur.

P H E N O M E N E S.

Il y a un certain degré de chaleur extérieure, dans lequel la chaleur innée d'un animal, quoique vivant & en bonne santé, est totalement détruite. Ce degré dans les animaux chauds répond à celui de la température naturelle de leur sang. Si de ce terme nous supposons qu'un animal chaud passe dans une suite indéfinie de degrés de froid qui aillent en croissant, sa chaleur innée augmentera dans la même proportion que les degrés de froid jusqu'à une certaine latitude; mais dans la suite elle ne croîtra qu'en moindre raison de plus petite en plus petite, jusqu'à ce que la chaleur innée de l'animal parvienne à son dernier période. De-là elle diminuera par degrés à mesure que

le froid augmentera jusqu'à ce que l'animal meure , & que sa chaleur soit totalement détruite.

On peut se convaincre aisément , qu'un animal chaud dans un milieu de même température que son sang n'engendre point de chaleur , si on entre dans un bain qui soit échauffé précisément à ce degré. On trouvera alors par le Thermomètre , qu'il n'y a point de différence sensible entre la température de son corps, & celle du milieu ambiant: par conséquent suivant la *Déf. I.* on n'engendre point de chaleur , quoique non-seulement on vive , mais qu'on jouisse pendant un tems considérable d'une bonne santé, & que la circulation se fasse avec beaucoup de vigueur.

On peut faire cette expérience plus aisément , en tenant dans sa main la boule d'un Thermomètre plongée dans un bassin rempli d'eau chaude au 96 ou 98^{me} degré.

On a fait la même expérience sur quelques animaux , & on a toujours trouvé que la liqueur du Thermomètre étant au degré de chaleur du bain dans lequel ils étoient plongés (qui

étoit au moins à la température de leur sang) ne monta point , lorsqu'on leur plaça l'instrument dans la bouche, dans l'anus , ou dans toute autre partie du corps : pourvu qu'on eût soin de le faire peu après leur immersion , & que l'animal ne se fût pas donné beaucoup de mouvement ; car par rapport au relâchement universel des capillaires cette agitation pourroit occasionner une déviation dans le sang ; ce qu'on doit soigneusement éviter dans cette expérience pour les raisons que nous dirons ci-après.

De plus , depuis ce terme de la chaleur innée d'un animal (qui dans l'homme est à environ 98 degrés , dans les Quadrupedes & les oiseaux à 100 , 102 , 104 & 106 degrés (a)) son accroissement est proportionnel à celui du froid, jusqu'à une certaine latitude. Ainsi, par exemple , un homme n'engendre pas de chaleur dans un milieu qui est au 98° ; dans celui qui est au 90° , il en produit 8° ; dans celui qui a

(a) Voyez l'Essay de M. Martine sur les différens degrés de chaleur des corps.

80° de chaleur il en engendre 18°; dans un milieu qui n'est qu'au 70° sa chaleur innée est égale à 28°, &c. Ainsi tant qu'il conserve son point naturel de chaleur (qui peut sublister au moins dans le tronc sous un accroissement considérable du froid extérieur) il engendre des degrés de chaleur égaux aux augmentations du froid : mais on sçait que dans la suite il perd sa température naturelle ; & le froid augmentant toujours , les accroissemens de sa chaleur innée sont de plus en plus en moindre raison que ceux du froid ; jusqu'à ce qu'à un certain période elle devienne incapable de recevoir de nouvelles augmentations. Enfin, si on suppose que le froid continue encore à augmenter depuis ce période, il est aisé de voir que sa chaleur innée doit diminuer par degrés, jusqu'à ce qu'elle se termine enfin avec la vie.

On est surpris de voir la quantité de chaleur que quelques animaux sont capables d'engendrer. Nous trouvons dans le Journal de M. de Maupertuis (b)

(b) Voyez la *Figure de la Terre*, p. 58.

que les Académiciens François (qui pour déterminer la figure de la Terre passèrent l'hyver de l'année 1736-7 à Torneao , à la latitude de 65° , $51'$,) éprouverent un degré de froid , qui fit descendre le mercure dans le Thermomètre de M. de Réaumur , 37° au-dessous du point de la congélation : ce qui eut été environ 33° au-dessous de 0 dans le Thermomètre de Fahrenheit. Or dans un milieu d'un tel degré de froid , un animal chaud ne peut conserver sa température naturelle (qui dans un état de santé varie fort peu , au moins dans le tronc de son corps ,) sans engendrer un degré de chaleur égal à celui de l'excès de l'alkohol bouillant sur le du point de la congélation. Mais Torneao est sous le cercle polaire ; & les voyageurs nous apprennent qu'il y a encore des habitans beaucoup plus près du pole : par conséquent , la quantité de chaleur que quelques animaux engendrent , peut aller encore bien au-delà de ce que nous venons d'avancer.

On peut maintenant démontrer aisément , par ces Phénomènes & par

les observations précédentes, la proposition suivante, ſçavoir, Que la chaleur animale eſt produite par le frottement des globules de notre ſang contre les parois des vaiſſeaux capillaires. Mais pour que cette démonſtration ſoit auſſi ſimple & auſſi claire qu'il eſt poſſible, je changerai les argumens ſur leſquels elle eſt immédiatement fondée, en ces quatre Lemmes ſuivans.

LEMME I.

La chaleur d'un Animal n'eſt pas produite par le frottement mutuel des fluides & des ſolides.

Cela eſt évident par les Phénomènes. Car nous voyons que le mouvement du ſang peut ſubſiſter avec beaucoup de vigueur ſous une abolition totale de la chaleur animale. D'où il ſuit manifeſtement, que le frottement réciproque des fluides & des ſolides qui dépend immédiatement de ce mouvement du ſang, ne peut être regardé en aucune manière comme la cauſe de cette chaleur.

Peut-

Peut-être objectera-t-on , que l'énergie de la circulation du sang d'un animal dans un milieu d'une température égale à celle de son corps , est considérablement diminuée par le relâchement des vaisseaux capillaires. Mais en supposant même que cela fût ainsi , si le frottement mutuel des fluides & des solides étoit la cause de la chaleur animale , il s'ensuivroit seulement une diminution proportionnelle de cet effet, & non pas une abolition totale.

De plus , des esclaves obligés quelquefois à des travaux fort rudes au milieu du jour dans les climats les plus chauds , nous font voir que le mouvement du sang peut subsister avec beaucoup de vigueur , quoique dans un milieu très-chaud. Et nous voyons que dans un grand froid , lorsque la chaleur d'un animal est la plus forte , la vitesse de la circulation n'est cependant pas peu diminuée à cause du resserrement extrême des vaisseaux capillaires.

Mais sur-tout , la variété du mouvement du sang dans les différentes parties du corps sert à résoudre entièrement toutes les objections de cette es-

pece. Dans les poulmons , par exemple, le sang peut bien être supposé se mouvoir trente fois plus vite que dans les doigts : cependant dans un milieu dont la température est la même que celle de l'animal , ces parties jouissent l'une & l'autre du même degré de chaleur ; d'où il suit évidemment , que même en supposant que la vitesse du mouvement du sang dans les doigts devînt trente fois plus grande dans un tel milieu , elle n'auroit point d'effet sensible par rapport à la génération de la chaleur dans les doigts. Et si sa vitesse devenue trente fois plus grande ne pouvoit produire aucun effet , il en seroit de même , si elle étoit augmentée du double ou du quadruple , c'est-à-dire , qu'aucune vitesse du mouvement du sang qui soit compatible avec la vie de l'animal , ne peut contribuer en aucune manière à la production de sa chaleur innée. Et cela s'accorde avec l'expérience commune , à sçavoir que ni le sang ni aucune autre liqueur ne peuvent produire la moindre chaleur sensible , par l'agitation mécanique & le frottement le plus violent que nous puissions leur faire éprouver.

L E M M E II.

*La génération de la chaleur animale
n'est pas l'effet d'un mouvement intestin
du sang.*

Cette proposition n'est pas moins évidente que la précédente. La chaleur animale étant sujette à de si grandes variations , demandant un certain degré de froid extérieur pour exister , & son énergie étant entièrement proportionnelle à ces degrés de froid , ne peut jamais correspondre à une cause telle qu'un mouvement intestin : car ce mouvement doit être toujours égal & uniforme , dans l'état de santé d'un animal , ou au moins la déviation de cette uniformité ne doit être que fort peu considérable ; & on ne peut jamais supposer avec la moindre apparence de raison, qu'il soit réglé par les degrés de froid extérieur, ou qu'il leur soit proportionné. Car on sçait que les fermentations , loin d'être favorisées par le froid , en sont plutôt retardées ; & que la chaleur & le froid

n'ont presque aucun effet sur les liqueurs qui sont en effervescence. Le sang tiré d'un animal, dans quelle saison de l'année que ce soit, n'engendre point de chaleur (a). De plus, comme

(a) Il est à propos de remarquer ici, que, dans cette circonstance les parties intégrantes du sang, bien loin d'être douées de cette violente force d'attraction & de répulsion mutuelles, nécessaires pour produire une chaleur aussi grande que celle que nous sçavons qu'un animal peut engendrer, elles se réunissent au contraire entr'elles, à moins que quelque mouvement mécanique ne s'y oppose. On ne peut objecter que le mouvement intestin est privé dans cet état de ce qui sert à l'entretenir, c'est-à-dire, du chyle suivant quelques-uns: car nous sçavons que même dans un animal vivant, ce mouvement peut en être déstitué pendant des heures & même des jours entiers, sans aucune interruption de la génération de la chaleur. De plus, si on vient à mêler du lait, liqueur la plus analogue de toutes au chyle, ou même du chyle tiré des veines lactées d'un animal vivant, avec du sang extravasé, on verra qu'il n'excite aucune effervescence, & ne produit pas la moindre chaleur. On ne peut pas dire non plus que le sang tiré d'un animal cesse d'être en effervescence, parce qu'il est privé du mouvement mécanique qu'il avoit lorsqu'il circuloit dans le corps. Car qu'on lui donne quel degré que l'on voudra d'un pareil mouvement, le résultat sera toujours le même.

tous les mouvemens intestins produisent un changement total dans la nature des corps sur lesquels ils agissent, si l'action de ce prétendu mouvement intestin dans le sang étoit mesurée & réglée par certains degrés de froid, la constitution de ce fluide seroit certainement fort différente, suivant la différente énergie de cette même action. Mais nous trouvons que lorsque cette énergie est si forte que de produire 80° de chaleur, par exemple, le sang reste toujours le même par rapport à toutes ses propriétés, que lorsqu'elle n'engendre que 40° , 20° , 10° , ou même 0° . Cependant, il est à propos d'avertir ici le Lecteur, que je ne prétends pas soutenir, qu'il n'y ait aucun mouvement intestin dans le sang. Nous avons toutes sortes de raisons pour croire qu'il y a dans ce fluide un doux ferment, qui fait d'abord prendre à nos alimens la nature

Ajoutez à cela que le mouvement mécanique contribue fort peu à produire de la chaleur dans les autres especes d'effervescence ; & les chaleurs les plus violentes sont produites dans les corps parfaitement en repos, si on en excepte le mouvement causé par l'effervescence.

animale , & qui les rend ensuite si nuisibles , qu'ils doivent être mis hors du corps. Tout ce que je prétends , c'est que ce ferment est incapable de donner au sang aucun degré sensible de chaleur , comme on le voit évidemment par les Phénomènes exposés ci-dessus.

LEMME III.

La chaleur d'un Animal n'est pas produite par le frottement mutuel de ses solides les uns sur les autres , à l'exception de celui des globules contre les parois des vaisseaux capillaires.

Tous les frottemens des solides dans les animaux peuvent être réduits aux chefs suivans. 1°. L'action des muscles. 2°. Le mouvement des articulations. 3°. Celui des viscères. 4°. La pulsation des artères. 5°. L'oscillation des fibres. (si réellement cette oscillation a lieu) 6°. Les chocs des globules entr'eux , & contre les parois des vaisseaux qui les contiennent. 7°. Le frottement des globules contre les parois des vaisseaux capillaires. Or les Phénomènes font voir

évidemment que tous ces frottemens, le dernier seulement excepté, peuvent avoir lieu, & même avec une force considérable, dans un animal dont la chaleur innée est entièrement éteinte, aussi-bien que lorsqu'elle est dans sa force & dans sa vigueur : par conséquent on doit regarder ces différentes sortes de frottemens comme n'ayant aucune part à la production de la chaleur.

LEMME IV.

Les quantités de frottement des globules dans les capillaires d'un Animal, sont proportionnelles aux degrés de sa chaleur innée.

Par l'Observation III. le frottement des globules dans les vaisseaux capillaires commence précisément à cesser, lorsque la température d'un animal est la même que celle du milieu qui l'environne, c'est-à-dire, lorsque par la Déf. I. il n'y a point de chaleur engendrée. D'où il suit, que le même degré de chaleur termine également ce frottement & la génération

de la chaleur. Maintenant il est évident que dans ce degré de chaleur extérieure (qui ne fait que relâcher les vaisseaux capillaires , précisément autant qu'il faut pour qu'il n'y ait pas de frottement entr'eux & les globules qu'ils renferment) il doit y avoir le moins de différence qu'il soit possible entre le diamètre du globule & celui du vaisseau capillaire , & dans ce cas il ne peut le toucher qu'en un point. Mais un degré de chaleur moindre de la plus petite quantité assignable que celui dont nous venons de parler , doit , en referrant proportionnellement les vaisseaux capillaires , causer un peu plus de frottement ; parce qu'alors le diamètre du globule étant au moins égal à celui du vaisseau capillaire , il doit le toucher dans un grand cercle. Un degré de froid encore plus considérable rendra le diamètre des globules plus grand que celui du vaisseau capillaire ; par conséquent il occasionnera encore un plus grand frottement , en augmentant la surface du contact du globule avec le vaisseau capillaire , & en même tems leur pression mutuelle l'un contre

contre l'autre. Ainsi il est aisé de voir que la quantité de frottement des globules avec les capillaires doit augmenter en même proportion que les degrés de froid (à compter depuis les limites dont nous avons parlé ci-devant) aussi long-tems que l'animal est capable de conserver une vîtesse suffisante dans sa circulation.

Il est certain que plus un globule aura changé sa figure sphérique en conséquence du resserrement des vaisseaux capillaires, plus il résistera dans la suite à ce changement de figure : & par cette raison les degrés de resserrement de ces petits tuyaux ne peuvent pas augmenter en même raison que ceux du froid. Mais cela se trouve alors compensé en ce que plus le globule est ovale , plus le même degré de resserrement a d'effet pour augmenter la surface de son contact avec le capillaire. Maintenant ce froid augmentant encore le resserrement des vaisseaux capillaires & par conséquent la résistance des globules , il est évident qu'à la fin la vîtesse de leur mouvement dans ces tuyaux doit être de plus en plus diminuée, par

un obstacle qui va toujours en croissant. D'où il suit que l'augmentation de frottement se fera dans une proportion continuellement moindre que celle du froid, jusqu'à ce qu'il y ait autant de perte par la diminution de vitesse, qu'il y a de gain par l'augmentation de la surface, & de la pression. Le frottement ne peut plus alors augmenter avec le froid, mais il est parvenu à son plus haut point. Supposant ensuite que le froid augmente encore, il est évident que la même cause (sçavoir la diminution du mouvement du sang) qui rendoit le frottement incapable d'aucune nouvelle augmentation, acquérant avec le froid une force toujours plus grande, doit maintenant le diminuer par degrés, jusqu'à ce qu'à la fin la circulation venant à s'arrêter entièrement, le frottement soit aussi totalement détruit.

Maintenant, il y a dans la génération de la chaleur des périodes analogues à ceux du frottement des globules dans les vaisseaux capillaires. Nous avons déjà vu que le même degré de chaleur extérieure est un terme commun à l'un & à l'autre ; que depuis ces li-

mites les accroissemens de la chaleur innée & de ce même frottement sont égaux à ceux du froid , jusqu'à une certaine latitude ; mais que ces accroissemens deviennent ensuite de plus petits en plus petits , à proportion de l'augmentation du froid , jusqu'à ce qu'ils arrivent à leur plus haut période , dont ils décroissent par degrés à proportion que le froid diminue , jusqu'à ce que l'animal meure , & qu'ils soient par conséquent entièrement détruits.

Mais de plus , comme la vitesse du mouvement du sang regle & fixe les périodes de ce frottement , de même elle détermine les périodes correspondans de la génération de la chaleur. Nous apprenons par les *Phénomènes* qu'un animal, depuis les limites de sa chaleur innée , engendre des quantités de cette chaleur proportionnelles & égales à celles du froid, jusqu'à une certaine latitude. Cette latitude diffère dans les différentes parties d'un animal, & dans les différens animaux , suivant les vitesses respectives de leurs circulations : & de plus , le même animal peut fixer, à sa volonté, cette latitude à diffé-

rens degrés de froid, suivant qu'il retarde ou accélère le mouvement de son sang par le repos & l'exercice ou par d'autres causes. D'ailleurs, la température d'un animal chaud ne descend jamais au-dessous de son point naturel, que lorsque la vitesse de la circulation est en même-tems proportionnellement diminuée ; & plus sa température s'éloigne de ce point, plus grande est la diminution de cette vitesse. En un mot, on peut conclure certainement que depuis ce degré de froid extérieure où la chaleur innée d'un animal parvient à sa plus grande vigueur, elle diminue ensuite dans la même proportion que la vitesse du sang, jusqu'à ce qu'elles se terminent l'une & l'autre avec la vie de l'animal.

Nous voyons donc que la chaleur innée d'un animal, & le frottement des globules dans ses vaisseaux capillaires (qui, *cæteris paribus*, est proportionnel à la vitesse de leur mouvement) depuis ce période de froid extérieur où ils cessent l'un & l'autre, à raison de la dilatation de ces tuyaux, jusqu'à celui dans lequel l'excès de leur resserre-

ment a le même effet , nous voyons , dis-je , que la chaleur & le frottement ont non-seulement des périodes semblables & correspondans , mais que ces périodes sont pareillement réglés & déterminés par une seule & même cause , à sçavoir la vitesse du mouvement du sang. D'où il suit évidemment , qu'ayant un commencement , un accroissement , une diminution & une fin communs , ils sont proportionnels l'un à l'autre , & paroissent à tous égards avoir entr'eux le rapport mutuel de cause & d'effet.

N. B. Nous verrons dans la suite , dans la partie synthétique de cette dissertation , comment cela s'accorde avec les différentes vitesses du sang dans les différentes parties d'un animal , & par-là la vérité de ce Lemme recevra encore une nouvelle évidence.

T H É O R E M E.

La chaleur animale est produite par le frottement des globules du sang dans les vaisseaux capillaires.

Cette proportion est un corollaire qui suit naturellement des quatre Lem-

mes précédens. Car il est évident que la chaleur animale doit être l'effet, ou du frottement des fluides sur les solides, ou de celui des solides entr'eux, ou enfin d'un mouvement intestin. Par le *Lemme I.* elle ne peut pas être produite par le frottement des fluides sur les solides. Par le *Lemme II.* elle ne peut être l'effet d'aucun mouvement intestin du sang : & par le *Lemme III.* elle n'est produite en aucune maniere par le frottement des solides entr'eux, excepté seulement celui des globules dans les vaisseaux capillaires. Par le *Lemme IV.* les quantités de ce frottement sont proportionnels aux degrés de la chaleur engendrée. Ce frottement des globules dans les vaisseaux capillaires doit donc être regardé comme la seule cause de la chaleur animale. C. Q. F. D.

Ayant ainsi découvert, au moyen de certains Phénomènes, & de quelques observations générales, que la cause de la chaleur animale est le frottement qu'éprouvent les globules du sang, lorsqu'ils traversent des vaisseaux capillaires, c'est-à-dire, des tuyaux de

DE LA CHALEUR ANIMALE. 27^r
moindre diamètre que le leur, je tâ-
cherai maintenant de mettre toute cet-
te Théorie dans un plus grand jour,
& d'en rendre la démonstration plus
exacte & plus convaincante, en fai-
sant voir avec quelle facilité on expli-
que plusieurs Phénomènes, auxquels
toute autre hypothèse ne paroît pas
satisfaire. Je crois qu'ils peuvent se ré-
duire à ceux qui font le sujet des Sec-
tions suivantes.





SECTION I.

Du relâchement & du resserrement des vaisseaux capillaires , respectivement à la production de la chaleur.

NOUS avons vu qu'un animal chaud conserve une température uniforme depuis les limites de sa chaleur innée , jusqu'à une certaine latitude de froid ; & en même tems , que ses vaisseaux capillaires éprouvent des degrés de resserrement proportionnels à l'augmentation du froid depuis ces limites. C'est un Phénomène qui paroît d'abord fort surprenant , qu'un corps , dont le degré de chaleur est uniforme , éprouve les mêmes alternatives de resserrement ou de relâchement , par la différente température du milieu qui l'environne , que si la sienne étoit également variable. Si cependant on y fait un peu d'attention , on verra que c'est une conséquence nécessaire de ce que la chaleur innée d'un animal dépend

entièrement des différens degrés de resserrement de ces tuyaux, & qu'elle leur est proportionnée. Car le froid agissant sur le corps d'un animal chaud, le resserre nécessairement par la perte qu'il lui fait faire de sa chaleur : mais le résultat de ce resserrement des vaisseaux capillaires est leur frottement mutuel avec les globules qu'ils contiennent ; & l'effet de ce frottement doit être la production de la chaleur ; Or comme la quantité de chaleur innée peut être égale à celle du froid, ainsi il suit évidemment, que la température absolue de l'animal peut ne point souffrir de diminution, quoique le resserrement ait lieu en même tems : car s'il n'en étoit pas ainsi, l'animal souffriroit, par l'hypothèse, une perte de chaleur ; mais une perte de chaleur, ou, ce qui est le même, une augmentation de froid sans *constriction*, est une chose contraire à l'expérience la plus commune. Ainsi la diminution de la chaleur animale, le resserrement de ses vaisseaux capillaires & son effet, c'est-à-dire la réparation de cette perte, se faisant en même-tems, la tem-

pérature doit se conserver uniforme. Et de cette manière, le froid extérieur en resserrant, & la chaleur en relâchant les capillaires d'un animal, contrebalancent leurs propres effets, desorte qu'il se fait une exacte compensation.

Quant à la mesure de ce resserrement ou de ce relâchement, il est évident qu'elle seroit la même qu'elle auroit été, si la température de l'animal eut été réduite à celle de son milieu, si ce n'est qu'autant que la résistance des globules dans ces petits tuyaux peut empêcher qu'elle ne soit tout-à-fait la même; car il n'y a rien qui puisse s'y opposer, puisque les quantités de chaleur engendrées par ces degrés de resserrement & de relâchement ne le peuvent pas: par conséquent, ayant égard à la résistance des globules dont nous venons de parler, le même degré de resserrement ou de relâchement doit avoir lieu comme s'il n'y avoit aucune chaleur de produite, ou, ce qui revient au même, comme si la température de l'animal étoit la même que celle du milieu qui l'environne.

Cependant il y a une exception à

faire ; c'est-à-dire que si la quantité de chaleur qu'un tel degré de resserrement ou de relâchement pourroit produire , est plus grande que la quantité de froid (qui , comme nous l'avons vu ci-devant , doit être mesurée depuis les limites de la chaleur innée) alors il n'y a que la partie de ce resserrement ou de ce relâchement qui produit une quantité de chaleur précisément égale à ce froid , qui puisse avoir réellement son effet ; car si la chaleur produite surpassoit cette quantité de froid , la température de l'animal s'élèveroit précisément d'autant au-dessus de son état naturel ; & il est évident que cet excès produiroit nécessairement un relâchement proportionnel. Mais le resserrement & le relâchement détruiroient leurs effets mutuels , ou deviendroient égaux à 0. Nous voyons donc par-là , que quoique dans certaines circonstances ce resserrement ne soit pas capable de produire une quantité de chaleur égale au froid (ce qui arrive dans les animaux qu'on appelle froids , dont la température varie avec celle du milieu ambiant) cependant elle ne peut jamais

produire une chaleur plus grande. Ce mécanisme aussi noble qu'il est simple, fait qu'il y a un terme à la température des animaux chauds, au-delà duquel elle ne peut aller, dans aucun degré de chaleur extérieure au-dessous de leur limites respectives.

Maintenant, si la chaleur animale étoit l'effet ou d'un mouvement interne de nos fluides, ou de leur frottement mécanique contre les solides qui les contiennent, il est évident que (ces causes pouvant agir indépendamment des resserremens ou des relâchemens des vaisseaux capillaires dans un état de santé) les différentes mesures de ce resserrement ou de ce relâchement seroient exactement proportionnelles aux degrés de chaleur ou de froid inhérens dans l'animal; c'est-à-dire, que nos capillaires ne seroient pas plus resserrés dans un grand froid que dans un degré de chaleur égal à la température naturelle du sang. Car si quelqu'un en fait l'expérience, il trouvera que le tronc de son corps est au moins aussi chaud dans le premier cas que dans le second.

Et comme il n'y a que les vaisseaux

capillaires dont les resserremens soient nécessaires à la production de la chaleur, il s'ensuit que tous les autres vaisseaux n'éprouveront que des degrés de resserrement proportionnels à leur chaleur inhérente, à l'exception des changemens qui peuvent résulter de leur sympathie avec les vaisseaux capillaires. Et en effet, nos sensations de chaleur & de froid peuvent être expliquées par les différens degrés de resserrement ou de relâchement des vaisseaux capillaires seulement, comme j'aurai occasion de le faire voir dans la suite. Il est évident que les effets de la chaleur & du froid extérieurs, relativement à la transpiration, à la sueur & aux autres sécrétions, ne peuvent être applicables qu'aux petits vaisseaux, & la différence du volume de nos corps causée par la chaleur & le froid extérieurs n'est pas assez considérable pour qu'elle ne puisse être attribuée totalement aux différens degrés de resserrement ou de relâchement de ces tuyaux capillaires. D'où il paroît que nous avons de bonnes raisons pour refuser entièrement aux autres vaisseaux aucune part dans la produc-

tion de ces effets , à moins qu'autant qu'ils peuvent y contribuer par leur propre température : & d'ailleurs nous n'avons aucune expérience du contraire.

En un mot , qu'un animal chaud conserve une température uniforme depuis les limites de sa chaleur innée jusqu'à une grande latitude de froid ; & cependant que ces vaisseaux capillaires soient resserrés proportionnellement à l'augmentation de ce froid depuis ces mêmes limites , c'est un Phénomène qui fait voir évidemment que la génération de la chaleur animale a son siège dans ces capillaires resserrés ; que sa cause immédiate est proportionnée aux mesures de ce resserrement ou de ce relâchement ; qu'un certain degré de relâchement dans ces petits tuyaux détruit entièrement cette cause ; que depuis ce terme la cause augmente dans la même proportion que le resserrement : tout cela , dis-je , suit nécessairement de ce Phénomène , qui sans cela eut été non-seulement regardé comme inexplicable , mais même comme surnaturel. Nous sommes donc parvenus

à connoître évidemment la cause de la chaleur animale , même sans l'aide du microscope , ou sans aucunes autres données que celles qui suivent de ce seul Phénomène.



S E C T I O N II.

De la génération de la chaleur , respectivement aux différentes grandeurs des Animaux.

NOUS sçavons que les corps , *cæteris paribus* , se refroidissent plus vite ou plus lentement , à proportion de la grandeur de leur surface qui est en contact avec le milieu froid. Mais comme les surfaces des corps ne diminuent pas en aussi grande raison que leurs volumes (ceux-ci diminuant en raison triplée , & les surfaces en raison doublée de leurs diametres respectifs) les tems du refroidissement des corps sont par conséquent , *cæteris paribus* , comme leurs diamètres respectifs. M. Newton est le premier qui l'ait remar-

qué. *Globus major*, dit-il, *calorem diutius conservaret in ratione diametri* ; propterea quod superficies , ad cujus mensuram per contactum aeris ambientis refrigeratur , in illa ratione minor est pro quantitate materiæ suæ calidæ inclusæ (a). Les grands animaux éprouvent donc une moindre perte de chaleur que les petits de la même température ; & cela exactement en raison de leurs diamètres , *cæteris paribus*. Maintenant, puisque la densité des corps des animaux est à peu près la même , nous pouvons donc , malgré quelque différence qu'il peut y avoir dans leurs figures particulières & qu'on peut négliger ici en toute sûreté, comme étant de peu de

(a) *Princip. Mathem. p. 509*. Il est vrai que ce grand Philosophe ajoute immédiatement après , *Suspicio tamen , quod duratio caloris ob causas latentes augeatur in minore ratione quam illa diametri* ; & optarem rationem veram per *experimenta investigari*. Mais le Docteur Martine a trouvé par un grand nombre d'expériences , que cette spéculation étoit très-exacte, & que les facultés qu'ont les corps de conserver la chaleur, sont proportionnelles à leurs diamètres respectifs. Voyez l'Essai sur l'échauffement & le refroidissement des Corps.

conséquence

conséquence dans l'argument général, nous pouvons, dis-je, avancer que les animaux de la même température perdent de leur chaleur en raison inverse de leurs diamètres. Mais comme dans les animaux vivans la chaleur qu'ils acquièrent doit être égale à la perte qu'ils éprouvent, il suit évidemment que les quantités de chaleur produites par des animaux de la même température, sont volume pour volume, réciproquement comme leurs diamètres.

Maintenant, si le frottement des globules contre les parois des vaisseaux capillaires est la cause de la chaleur animale, les quantités de ce frottement dans des animaux de différens volumes, doivent être aussi réciproquement comme leurs diamètres. Et c'est ce qui arrive en effet. Car premièrement, comme les globules de sang dans tous les animaux sont de la même grosseur, ou à peu près, il en est de même de leurs tuyaux capillaires. Cela est évident par les observations de Leeuwenhoeck. Ce célèbre observateur trouva que les fibrilles musculaires d'un bœuf & d'un rat étoient de la même gros-

seur (*b*), quoique trente - mille rats soient à peine égaux en volume à un bœuf. Et même il nous dit que les fibres des mouches , des cousins & des fourmis sont absolument aussi visibles que celles des grands animaux (*c*). Il observa de plus , que les vaisseaux du cerveau d'un moineau (qui sont d'une si grande subtilité , (*d*) que si un globe de sang , dont un million n'excedent pas le volume d'un grain de sable , étoit divisé en 500 parties , elles seroient encore trop grosses pour traverser ces vaisseaux) ne sont pas plus petits que ceux d'un bœuf (*e*) ; & il conclut de-là qu'il n'y a réellement aucune différence entre le cerveau d'un grand animal & celui d'un petit , qu'un nombre plus ou moins grand de vaisseaux ; & que les globules du fluide qui les traversent sont de la même grosseur dans l'un & dans l'autre (*f*).

(*b*) Leeuwen. *Arcan. Nat.* tom. III. p. 65.

(*c*) *Ibid.* 108.

(*d*) Leeuwen. *Arcan. Natur.* tom. I. p. 30.

(*e*) *Ibid.* p. 38.

(*f*) Que les derniers vaisseaux capillaires soient du même diamètre dans tous les animaux

Il est clair par tout ce que nous venons de rapporter , que le dernier ordre de vaisseaux capillaires dans des animaux de différentes grandeurs , sera proportionnel aux aires de leurs sections transverses , qui elles-mêmes sont comme les quarrés de leurs diamètres correspondans. Mais les grosseurs des animaux étant comme les cubes de leurs diamètres , il suit évidemment que leurs quantités respectives de cet ordre de capillaires (volume pour volume) seront entre elles réciproquement comme ces mêmes diamètres.

Maintenant , comme la quantité de chaleur produite par le frottement , est , *cæteris paribus* , comme la surface frottée ; & comme cette surface dans les derniers capillaires des animaux , est proportionnée à la quantité de ces vaisseaux , & de plus la quantité de chaleur engendrée & celle de la dernière suite de capillaires dans des animaux de différentes grandeurs , étant , volume pour volume , en raison inver-

quoique de grosseur fort différente , c'est ce qu'on peut aisément déduire de la similitude de leurs sécrétions.

se de leurs diamètres , on explique aisément pourquoi les animaux de la même température engendrent des quantités de chaleur qui sont réciproquement comme leurs diamètres , en supposant que le siège de la chaleur ne soit que dans cette suite de capillaires.

Quoique le microscope ne puisse nous faire appercevoir les capillaires dans les ordres de vaisseaux lymphatiques & sereux , comme dans les sanguins , à cause de la transparence des dernières particules de nos fluides , &c. la conclusion sera cependant toujours la même , soit que nous supposions que le siège de la génération de la chaleur ne soit que dans les suites des capillaires sanguins , ou (comme nous avons de bonnes raisons pour le croire) qu'elle s'étende jusques dans les suites des vaisseaux les plus petits (g). Car , si on conçoit les systèmes vasculaires respectifs des animaux de différentes gran-

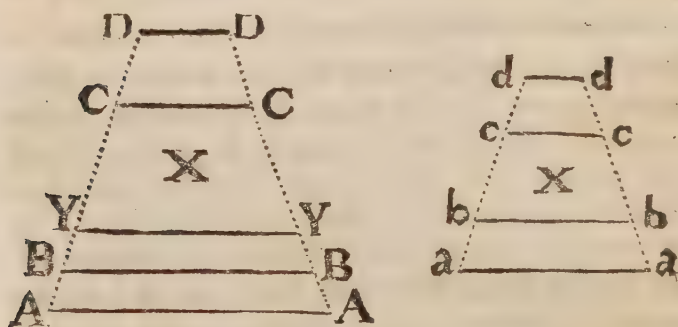
(g) Une bonne preuve qu'il y a des derniers capillaires dans la suite des vaisseaux sereux & lymphatiques , c'est qu'ils éprouvent des degrés de resserrement & de relâchement proportionnels aux degrés de chaleur & de froid extérieurs.

deurs , comme autant de corps conoïssables semblables, ce rapport, c'est-à-dire, celui des quarrés de leurs diamètres ne peut avoir lieu que parmi les sections correspondantes de ces corps, du nombre desquelles est celle du dernier ordre de capillaires , qui constitue leurs bases respectives.

Mais quoique les sections des autres ordres analogues de capillaires , qui ne sont pas correspondantes , doivent s'éloigner du rapport susdit , qui augmente dans les grands animaux , à

leur propre température restant uniforme pendant ce tems-là. Le tronc d'un homme, par exemple , depuis les limites de sa chaleur qui est environ de 98°. jusqu'à un froid considérablement plus grand que celui dans lequel l'eau commence à se geler , jouit d'une température assés égale. Mais cependant les vaisseaux lymphatiques & sereux de la peau sont autant resserrés ou relâchés , par l'augmentation ou la diminution du froid & de la chaleur extérieurs , que si leur propre température étoit également variable. Cela est évident par les Phénomènes de la sécrétion de la peau. On voit donc par la *Section* précédente , qu'il y a des derniers capillaires dans ces suites de vaisseaux : car autrement la mesure de leur resserrement eut été proportionnée à leurs degrés de chaleur inhérente.

proportion que ces sections sont plus près de la base ; cependant comme plus la section du cône est grande, moindre est la vitesse du mouvement des fluides qui le traversent, il est évident que ce qui manque en vitesse de frottement, est exactement compensé par un accroissement proportionnel de la surface frottée. Cette surface étant comme le nombre des capillaires, qui lui-même est comme les aires de leurs sections transverses.



Mais pour que cela puisse s'entendre plus aisément, que Xx soient deux conoïdes semblables, représentans deux systêmes quelconques de vaisseaux dans des animaux de différentes grandeurs : AAaa le dernier ordre des capillaires : BBbb l'ordre qui le précède : CCcc des

Sections semblables des deux cônes.

Maintenant , si nous les supposons tous deux pleins d'une liqueur qui y coule , & que la vîtesse de son mouvement soit la même dans l'un & dans l'autre à leurs bases respectives , ou dans le dernier ordre des vaisseaux capillaires, sçavoir *AAaa*; il suit que dans toutes les sections correspondantes de ces cônes , comme en *CCcc* , *DDdd*, cette vîtesse sera pareillement la même. Maintenant , le dernier ordre des capillaires en *X* , sçavoir *AA*, sera à l'ordre semblable des capillaires en *x* , c'est-à-dire *aa* , comme leurs sections transverses , puisque la grosseur des derniers capillaires est la même dans tous les animaux , & ces sections transverses étant semblables , sont entre elles comme les quarrés de leurs diamètres : mais les cônes eux-mêmes étant comme les cubes de leurs diamètres , il suit évidemment que ces ordres de vaisseaux *AA* & *aa* sont réciproquement entr'eux comme les diamètres correspondans des cônes dont ils font partie ; & comme la quantité de frottement qui produit la chaleur est , ca-

teris paribus, comme la quantité des derniers capillaires, il suit par conséquent que les quantités de frottement dans ces ordres de capillaires représentés par *AAa*, sont dans la même raison inverse de ces diamètres.

Mais supposant maintenant que la chaleur ne fût produite que dans la suite des capillaires *BBbb*, je dis que les quantités de frottement en *BBbb*, seront alors en même raison que les quantités de frottement en *AAaa*. Car que *YYbb* soient des sections semblables (comme *AAaa*) les vitesses des fluides en *YYbb* seront alors entre elles dans la même raison que en *AAaa*: par conséquent les quantités de frottement en *YY* & *bb* seront dans le même rapport que les quantités de frottement en *AAaa*. Mais la quantité de frottement en *BB* est égale à la quantité de frottement en *YY*: car la vitesse du fluide en *YY*, est d'autant plus grande que celle en *BB*, que la section transverse de *BB* est plus grande que celle de *YY*. Ainsi la quantité de frottement relative à la génération de la chaleur étant proportionnelle à un
rectangle

rectangle de sa vitesse & de sa surface, il s'ensuit que les quantités de frottement en BB & YY sont égales. Mais les quantités de frottement en YY & bb étant en même raison que les quantités de frottement en AA & aa, les quantités de frottement en BB & bb, sont aussi dans la même raison que celles en AA & aa. Ce qu'il falloit démontrer.

Or comme il seroit aisé de prouver la même chose d'un troisième ordre de capillaires, d'un quatrième, &c. il en résulte que soit que nous supposions que la génération de la chaleur ne se fasse que dans un seul ordre, ou dans tous indifféremment, notre Théorie n'en sera pas moins vraie; c'est-à-dire que le frottement des globules, dans les derniers capillaires des animaux de différentes grandeurs est, volume pour volume, en raison inverse de leurs diamètres; & leurs pertes de chaleur, & par conséquent les quantités qui y suppléent, étant exactement dans la même proportion, il s'ensuit évidemment que les quantités de chaleur engendrées par des animaux de différentes gran-

deurs sont comme les quantités de frottement dans leurs derniers capillaires.

Nous voyons donc que les pertes de chaleur que font les animaux , & le frottement des globules dans leurs capillaires , sont en même raison qui est l'inverse de leurs diamètres. Ce Phénomène est celui de tous qui jette le plus de jour sur cette Théorie ; & il fait voir évidemment que le frottement dont nous avons parlé est la seule cause de la chaleur animale. Ainsi , par exemple , si nous supposons que le diamètre d'un Elephant soit à celui d'un petit oiseau comme 100 à 1 , il suit que leurs pertes respectives de chaleur étant en cette proportion, la cause qui produit la chaleur dans l'oiseau doit agir avec cent fois plus d'énergie que dans l'Elephant , pour compenser sa perte 100 fois plus grande. Il résulte de là que dans ce petit animal le frottement des globules dans les vaisseaux capillaires est cent fois plus grand , à proportion de sa grosseur , que dans l'Elephant. De plus , si nous faisons la comparaison entre l'Elephant & l'A-

beille (insecte que le Docteur Martine a trouvé (*h*) d'une température égale à celle des animaux chauds) la différence entre la quantité de chaleur que perdent ces deux Etres si disproportionnés & qu'ils acquierent de nouveau, est encore beaucoup plus grande, & se trouve peut-être comme 1000 à 1.

C'est certainement là une preuve très-convaincante, que les corps des animaux sont l'ouvrage d'un Etre tout-puissant & souverainement sage; & qu'il a formé nos parties, suivant la proportion la plus exacte en nombre, poids & mesure.

Maintenant, si la chaleur animale étoit due à quelque mouvement intestinal du sang, quelle seroit la raison pourquoi ce ferment existeroit avec une énergie cent fois plus grande dans un petit oiseau, & mille fois plus grande dans l'Abeille que dans l'Elephant? Ne s'imagineroit-on pas, au contraire, qu'il produiroit un plus grand effet dans les grands vaisseaux de ce mon-

(*h*) Essai sur les différens degrés de chaleur des corps.

strueux animal , que dans les tuyaux invisibles de l'insecte, dont les plus gros admettroient à peine un globule de sang de la première grandeur ? De plus d'où pourroit provenir la régularité surprenante de l'effet de ce mouvement prétendu , c'est-à-dire quelle seroit la cause qui le feroit exister dans différens animaux exactement en raison inverse de leurs diamètres ? Certainement, rien ne peut être plus incompatible avec une fermentation aveugle qu'un ordre aussi beau. En un mot , il est difficile de déterminer , si c'est la quantité de la chaleur animale ou bien la régularité de ses variations qui peut le moins s'expliquer par une cause de cette nature. De plus, si la chaleur animale étoit produite par le frottement des fluides sur les solides , ou par les chocs mutuels des globules , &c. il s'en suivroit que ces causes (qui dependent immédiatement du mouvement du sang) agiroient avec une force qui dans différens animaux seroit réciproquement comme leurs diamètres , c'est-à-dire , pour reprendre notre premier exemple , que le mouvement du sang seroit

cent fois plus grand dans l'oiseau & mille fois plus grand dans l'Abeille que dans l'Elephant. Mais , outre la preuve que nous avons à *priori* de l'impossibilité d'une si grande différence du mouvement du sang dans les petites ramifications vasculaires des animaux de la même structure & de la même constitution , quoique de différens volumes , nous avons une démonstration évidente à *posteriori* , fondée sur des expériences du Docteur Hales , que cette différence , dans la dernière suite des vaisseaux capillaires , est absolument insensible. Nous en parlerons dans la Section IV.





SECTION III.

*Des Phénomènes de la chaleur animale
dans les différentes parties du corps.*

UN Animal, depuis les limites de sa chaleur innée jusqu'à une certaine latitude de froid , conserve sa température naturelle , égale & uniforme , comme nous l'avons déjà vû. Mais cette latitude n'est pas à beaucoup près la même dans les différentes parties du corps. En général, elle est plus grande dans le tronc , & elle diminue dans les autres parties , à peu près en raison de leurs distances du tronc ; mais elle est fort petite surtout dans les mains , les pieds , les talons , les oreilles & le visage , &c. La raison en est évidente. La circulation du sang se fait plus vite , *cæteris paribus* , dans les parties proches du cœur , & diminue de sa vitesse en s'éloignant de ce centre ; enforte que dans les parties les plus éloignées , elle doit être

fort lente. Mais il y a une raison particulière pour que dans les parties que je viens de nommer, la faculté génératrice de la chaleur soit très-foible : car elles renferment des os, des cartilages, des tendons & des ligamens en proportion bien plus grande que toutes les autres parties : & ces corps n'ont qu'un très-petit nombre de vaisseaux, & une circulation très-foible & très-lente. De plus, les os & les cartilages étant des substances dures & roides, leurs vaisseaux capillaires sont par conséquent incapables de ces resserremens & de ces relâchemens qui sont causés dans les parties molles par l'alternative de la chaleur & du froid. La chaleur donc qu'elles engendreroient seroit incapable d'augmentation ou de diminution : & voyant d'ailleurs qu'elles n'en engendrent point dans un milieu d'une certaine température, comme les autres parties de l'animal, nous pouvons conclurre qu'elles ne peuvent en engendrer aucune.

Cependant, quoique par les raisons que nous venons de rapporter, les extrémités du corps soient de toutes les

autres parties les moins propres à engendrer de grandes chaleurs , cela n'empêche pas qu'elle ne soient très-capables d'engendrer une quantité de chaleur égale à un degré de froid qui n'est pas fort éloigné des limites : & nous avons déjà vu dans la Section I , pourquoi aucune partie n'en peut engendrer davantage , quelque puissante que nous puissions supposer sa force génératrice. C'est la raison pourquoi , dans un tems temperé , toutes les parties du corps jouissent d'une chaleur égale ; quoique dans un grand froid leurs chaleurs respectives soient fort différentes.

Nous n'avons pas égard ici aux différens volumes des membres du corps , ou à la diversité qui doit résulter de leurs différentes pertes de chaleur. Car , comme nous avons vû dans la Section précédente , que les animaux semblables , quoique différens en volumes , ont des quantités de vaisseaux capillaires proportionnelles à leurs pertes respectives de chaleur occasionnées par cette différence de volume , la même chose auroit lieu respec-

ctivement aux différens membres du même animal , si leurs structures & leurs formes étoient semblables. C'est donc de la différence de figure & de structure , & non pas de celle de grandeur , que doit dépendre la différence de leurs facultés d'engendrer de la chaleur.

Il est évident que la figure ou la forme d'une partie doit affecter la génération de la chaleur , autant qu'elle fait varier la grandeur de sa surface de contact avec le milieu froid ; & la perte de chaleur est proportionnelle à cette surface , *cæteris paribus* : car nous sçavons que la même quantité de matière chaude , étant répandue sur une surface deux fois plus grande , fait en tems égaux ; une double dépense de sa chaleur , si la surface devient triple , la perte sera triple , &c.

Cependant , les rapports des surfaces des différens membres du corps à leurs quantités de matière , autant que ces variétés dépendent de la figure ou de la forme , peuvent être regardés comme à peu près égaux entr'eux ; si nous en exceptons la poitrine. Car

cette partie, outre sa surface extérieure, en oppose au milieu refroidissant une intérieure beaucoup plus grande , par le moyen des Poumons. On peut, suivant le calcul du Docteur Hales (a), supposer cette surface égale à vingt fois la surface externe de tout le corps. D'où il suit que , toutes les autres conditions étant égales , nous perdriions vingt fois plus de chaleur par ce seul viscere , que par toutes les autres parties prises ensemble. Mais cela ne peut avoir lieu. Car la petite quantité d'air que nous recevons à chaque inspiration , passant par la bouche , par les narines , par la trachée-artère & ses différentes ramifications , avant que d'entrer dans la substance vésiculaire des poumons , est si subitement échauffée , par sa grande raréfaction , qu'avant que nous la rendions par l'expiration , elle acquiert une chaleur , (sur-tout cette partie d'air qui est en contact immédiat avec les vésicules) qui n'est pas fort au-dessous de celle du

(a) Voyez la Statique des végétaux traduite par M. de Buffon. *Chap. VI. p. 206.*

sang lui-même. De-là il est aisé de voir que les pertes respectives de chaleur par les poumons & par le reste du corps , ne peuvent être en raison de leurs surfaces de contact avec le froid extérieur. Il n'est pas aisé de déterminer quel peut être ce rapport ; je crois cependant qu'il est très-probable que nous faisons au moins la moitié de notre perte de chaleur par le moyen des poumons dans la respiration.

Il reste à sçavoir maintenant si , dans cette supposition , le frottement des globules peut être aussi grand dans les capillaires des poumons , que dans toutes les autres parties du corps prises ensemble. J'avoue que cela me paroît incompatible , non - seulement avec le degré de cohésion des globules , & avec la substance tendre & délicate des poumons , mais principalement avec la grande vitesse du mouvement du sang à travers ces vaisseaux. Nous avons donc de bonnes raisons pour croire que la quantité de chaleur engendrée dans ce viscere , ne peut être équivalente à sa perte. D'où il suit que le sang doit être rafraîchi en

passant par les poumons ; quoiqu'à la vérité cet effet ne puisse être rendu sensible par aucune expérience faite avec le Thermomètre , à cause de la grande rapidité avec laquelle ce fluide , arrivant fort chaud des différentes parties du corps , circule à travers la substance des poumons. Par ce moyen ce n'est pas ce viscere en particulier , mais c'est tout le corps en général qui ressent les effets rafraichissans de la respiration. Mais quoi qu'il en soit , il est évident que la chaleur ne peut s'élever dans les poumons au-delà de son point naturel , puisque nous avons vû qu'il y a un terme à la génération de la chaleur dans l'état de santé , en sorte que la quantité engendrée dans quelque partie d'un animal , ne peut jamais excéder le froid de son milieu. Il seroit plus curieux qu'utile d'entrer , pour la confirmation de cette Théorie , dans un examen scrupuleux des quantités respectives de chaleur engendrées par les différentes parties dont le corps est composé ; en tant que ces quantités peuvent être affectées ou par la différence des facultés qu'ont ces parties d'engen-

drer de la chaleur , ou par leurs distances respectives du milieu rafraichissant. Je remarquerai seulement en général , que , quelque grande que soit cette différence , les effets qu'elle produit , à cause du mouvement de circulation du sang par les différentes parties , & de la communication mutuelle qui se fait entr'elles de leur chaleur , sont beaucoup moins considérables qu'ils ne le seroient , si elles étoient détachées & indépendantes les unes des autres. C'est à quoi contribuent aussi beaucoup les limites que nous avons dit ci-devant être prescrites à la génération de la chaleur.

Maintenant , si la chaleur animale étoit due à un mouvement intestin du sang , comment ce ferment pourroit-il engendrer des quantités de chaleur si différentes dans les diverses parties du corps ? On conviendra , je crois , par exemple , que l'un des doigts fait , *cæteris paribus* , une perte de chaleur au moins dix fois plus grande que le bras ; par conséquent il doit en engendrer une quantité dix fois plus grande , lorsque ces deux parties jouissent de la même température.

De plus , quel seroit le principe qui dans un milieu où tout le corps est également chaud , regleroit ce mouvement intestin , de telle maniere que dans les différentes parties d'un animal , il produisît des effets exactement proportionnels à leurs différentes pertes de chaleur ? Une telle régularité peut-elle être la production de certaines attractions & repulsions fortuites de particules qui agissent les unes sur les autres ?

Quelle peut être pareillement la raison pourquoi dans un grand froid , les extrémités du corps sont beaucoup plus froides que le tronc , quoique dans un milieu temperé toutes ces parties jouissent du même degré de chaleur ? Je pense que , suivant cette hypothèse , tout ce qui causeroit une disparité de leur température dans un degré de froid extérieur à 32° par exemple , occasionneroit aussi la même disparité , si le froid étoit réduit à 96° ou à 100° : c'est-à-dire , qu'il y auroit la même différence de température dans les différentes parties du corps en toutes saisons & en tous climats.

D'ailleurs , si la chaleur animale est engendrée par quelque effervescence , comment se fait-il que la chaleur innée dépende quelquefois tant de la vitesse du mouvement du sang , (car nous trouvons que dès que ce mouvement cesse , la génération de la chaleur est aussi interrompue , que lorsque l'un est fort languissant , l'autre l'est aussi ; & que dans un grand froid , les plus robustes sont obligés d'accélérer le mouvement de leur sang par l'exercice ou autrement , pour conserver leur chaleur naturelle) tandis qu'en d'autres tems , une très-grande différence dans cette vitesse du mouvement du sang n'influe en aucune manière sur la génération de la chaleur , comme on le voit par les différentes vitesses du sang dans les diverses parties du corps , qui cependant jouissent toutes de la même température ? En un mot , il est démontré évidemment , que cette hypothèse non-seulement ne s'accorde pas avec les phénomènes , mais qu'elle est contradictoire à elle-même ; parce qu'il faudroit que ce ferment dépendît & ne dépendît pas du mouvement

304 DE LA GÉNÉRATION
mécanique, qu'il fût régulier, & irrégulier dans son action ; que dans les mêmes circonstances il engendrât de grandes & de petites quantités de chaleur.

Il est clair que ces argumens font de la même force contre la supposition que la chaleur animale fût engendrée par le frottement des fluides sur les solides, ou par les chocs des globules, ou par tout autre mouvement mécanique qui puisse être supposé dans le corps des animaux, à l'exception du frottement des globules dans les capillaires ; lequel par une simplicité de mécanisme admirable, explique facilement les Phénomènes qui font voir l'insuffisance & les contradictions de toute autre Théorie.



SECTION



SECTION IV.

*Des différens degrés de chaleur innée
dans les Animaux.*

Comme on a peine à trouver dans la Nature un passage subit d'une extrémité à l'autre , mais qu'on voit par-tout une gradation aisée & presque imperceptible , il doit aussi y avoir un progrès insensible dans la chaleur des animaux, depuis ceux dont la chaleur innée peut à peine se manifester au plus sensible de nos Thermomètres, jusqu'à ceux qui sont les plus chauds. Mais il est plus avantageux pour nous de prendre dans cette progression des termes éloignés l'un de l'autre, afin que nous puissions découvrir plus aisément les conditions qui accompagnent cet effet.

D'abord , la plupart des insectes jouissent d'une chaleur qui n'excede que bien peu celle du milieu am-

bient (a). Et nous ſçavons que les animaux de cette claſſe ont des fluides aqueux & appauvris ; que leurs ſolides ſont tendres & délicats ; que la force projectile de leur cœur (b) eſt foible , leur circulation languiffante , & qu'il n'y a point de différence ſenſible entre l'épaiſſeur des tuniques des arteres & de celles des veines , ni entre les forces de leurs fluides artériels & veineux.

Dans les poiſſons qui ont des ouies (c) , le défaut de ces conditions n'eſt pas ſi conſidérable , & nous trouvons que dans ces animaux la chaleur innée eſt proportionnellement augmentée.

De plus , la plupart des animaux du genre des Lezards & des Serpens (d) dont les poumons ont la forme d'une veſſie , jouiſſent d'un degré de chaleur innée encore plus grand : & en conſé-

(a) Bacon, *Nov. Organ.* II. §. 11 , p. 167. §. 12 , p. 186. §. 13 , p. 192. *nat. Hiſt.* 173.

(b) Harv. *de mot. cord. exercitat. anatom. Princ.* p. 148 & ſeq.

(c) Martine, *Eſſai ſur les différens degrés de chaleur des corps.*

(d) Voyez Martine ſur les différens degrés de chaleur des corps.

quence, nous trouvons que leurs fluides sont plus denses, leurs solides plus forts & plus fermes, que le cœur est plus musculeux & plus vigoureux (e), la force projectile de leur sang artériel plus grande (f) la circulation plus vive; qu'il y a une plus grande différence entre l'épaisseur & la force musculaire des artères & celles des veines, & entre les forces des fluides respectifs qu'elles contiennent.

Enfin ces animaux que les Zoologistes appellent chauds, & dont la chaleur innée est la plus forte, ont encore leurs fluides plus denses, leurs

(e) Harv. *Exercitatio anatom. prim. de motu cordis*, p. 151.

(f) Dans cette classe d'animaux, le sang poussé par le cœur est envoyé immédiatement aux différentes parties du corps: au lieu que dans les poissons il est entièrement reçu dans les ouies, dont les veines le rapportent & le distribuent aux autres parties. Cela doit mettre une différence considérable entre les forces projectiles du sang artériel dans ces deux especes d'animaux.

solides plus forts , leur cœur plus vigoureux ; ils ont une disparité encore plus grande entre les forces de leurs fluides artériels & veineux , & entre l'épaisseur & les fibres musculaires de ces deux especes de vaisseaux.

Ainsi , il est évident que plus la quantité de frottement des globules dans les capillaires d'un animal est grande , plus ses fluides sont denses , *cæteris paribus* , plus les solides doivent être fermes , & plus il faudra que la force projectile soit grande dans le cœur & dans les arteres , pour entretenir ce frottement. Mais comme les arteres soutiennent toute la force projectile du cœur , qui dans les veines est presqu'entièrement épuisée (g) , & chaque partie de l'animal étant douée d'une force proportionnelle à la puissance qu'elle a à exercer ou à soutenir ; il s'ensuivra que plus le frottement sera grand , plus il y aura de différence en-

(g) La différence entre la force du sang artériel & celle du sang veineux dans les animaux chauds , est suivant le calcul du Docteur Hales comme 12 est à 1.

tre la force des fluides artériels & veineux , & entre l'épaisseur & la tunique musculaire des arteres & des veines.

Ainsi , la quantité de frottement des globules dans les capillaires d'un animal étant proportionnée aux conditions rapportées ci-dessus , & d'ailleurs celles-ci étant comme leurs quantités respectives de chaleur innée , il suit clairement que les quantités de chaleur engendrées par différens animaux, sont proportionnelles aux quantités de ce frottement.

D'où l'on voit aisément pourquoi les facultés génératrices de chaleur sont si différentes , non-seulement parmi les animaux de différens genres , mais même parmi ceux de même espece ; à raison de la disparité qui se trouve entre leur âge (*h*) , leur sexe , leur con-

(*h*) Ce qui peut contribuer en grande partie au froid que ressentent les vieillards , c'est la petite quantité qu'ils ont de vaisseaux capillaires , qui diminuent continuellement par l'énergie des mouvemens vitaux ; & c'est la raison pourquoi les hommes endurcis à un travail pé-

310 DE LA GÉNÉRATION
stitution , leur climat & leur genre
de vie.

Quant à la différence de la vitesse du mouvement du sang dans les animaux de même constitution , quoique différens en grandeur , nous n'avons point de raisons pour croire qu'elle puisse occasionner quelques différences considérables dans leurs facultés d'engendrer la chaleur. Le Docteur Hales, qui a calculé très-exactement cette vitesse dans l'aorte d'un grand nombre d'animaux de grandeur très-inégale, trouva qu'elle pouvoit être aisément terminée entre 2 & 1 , & que dans deux animaux qui différoient le plus en volume , sçavoir le bœuf ou le quatrième chien de ses expériences (étant l'un & l'autre comme 125 à 1) les vitesses du sang dans l'aorte ne différoient pas entr'elles d'un tiers. Supposant maintenant qu'il y ait une simili-

nible , éprouvent une diminution de leur chaleur naturelle bien plutôt que ceux qui menent une vie sédentaire & moins active , parce qu'ils font une plus grande dépense de leur *vis vita* , & par conséquent ils perdent un plus grand nombre de ces petits vaisseaux.

tude parmi les animaux de différentes grandeurs, il s'ensuivroit que la vîtesse du mouvement du sang dans leurs aortes & dans la dernière suite des vaisseaux capillaires seroit proportionnelle. Mais comme la déviation de cette similitude, sur-tout parmi ceux de la même constitution, peut être négligée à cet égard, nous avons lieu de conclurre que la vîtesse du mouvement du sang dans cette suite de derniers capillaires, est à peu près la même dans des animaux de grandeurs très-différentes, quoiqu'ordinairement cette vîtesse soit plus grande dans les plus petits : ce qui a été réglé avec beaucoup de sagesse ; car comme ils ont une plus grande proportion de derniers capillaires, la résistance que ces petits tuyaux opposent au sang, doit être considérablement plus grande dans ces animaux : d'où résulte la nécessité d'une circulation plus rapide. Ainsi, si les quantités de sang poussées hors du cœur des animaux étoient proportionnées à leurs grandeurs, & si le nombre de leurs pulsations étoit le même, il s'ensuivroit que la vîtesse

du sang dans leurs aortes , & par conséquent dans leur dernière suite de capillaires , seroit en même raisons que leurs diametre respectifs ; c'est-à-dire , que dans quelques-uns elle seroit cent fois & même un millier de fois plus grande que dans d'autres. De là s'en seroit suivi la même disparité dans leurs quantités de chaleur innée. Enforte que nous ne pouvons jamais admirer assez la providence du Créateur , qui a tellement diversifié les quantités de sang poussées à chaque systole du cœur , & le nombre de ces systoles , suivant la grandeur de l'animal , que la vitesse de ce fluide dans la dernière suite de capillaires , est à peu près (i) la même dans tous les animaux.

De plus , en comparant les chaleurs innées de différens animaux , on doit

(i) La différence cependant qu'il y a dans la vitesse du mouvement du sang dans la dernière suite des vaisseaux capillaires des animaux de la même structure & de la même constitution , peut très bien servir à expliquer la différence que nous trouvons dans leurs facultés d'engendrer de la chaleur.

avoir égard aux milieux dans lesquels ils vivent. Ces milieux sont l'eau & l'air. Dans le premier, un corps se refroidit huit fois plus vite que dans le second : par conséquent un degré de chaleur engendré dans l'eau est, *cæteris paribus*, équivalent à huit degrés engendrés dans l'air. Nous trouvons en effet que notre chaleur innée est beaucoup moindre dans l'eau que dans l'air. Il est vrai que la proportion n'est pas aussi grande que celle de 8 à 1 : mais cela vient de ce que l'eau n'a pas accès dans les poulmons comme l'air. De même, nous ne devons pas attendre que la proportion indiquée ci-dessus, de 8 à 1, ait lieu en comparant les quantités de chaleur engendrées par des animaux terrestres & aquatiques : puisque les ouïes des derniers ne peuvent pas présenter une aussi grande surface à l'eau, que les poulmons des premiers le font à l'air.

Maintenant, si la chaleur animale étoit engendrée par le frottement des fluides sur les solides, par le choc des globules, ou par un mouvement intestinal, il s'ensuivroit que plus le sang

seroit dense, plus il y auroit de chaleur engendrée, & réciproquement. Mais tout le monde avoue que s'il ne circuloit que de l'eau pure dans un animal, il n'y auroit point de chaleur engendrée du tout, ni par le mouvement mécanique, ni par le mouvement intestin de nos fluides. Mais combien le sang d'un petit poisson comme un merlan, ou un carrelet, n'est-il pas plus appauvri & plus aqueux que celui d'un éléphant ? Si cependant nous supposons que la chaleur innée du poisson ne soit que d'un demi-degré dans l'eau salée où il nâge, (& cette supposition ne va sûrement pas au-delà de la vérité) il ne sera pas moins vrai que, par la perte immense de chaleur qu'il éprouve, tant à raison de son milieu que de son volume, ce demi-degré indique dans cet animal une faculté génératrice de chaleur peut-être aussi grande que celle qui en produiroit cent degrés dans l'éléphant (1).

(1) Je crois qu'il n'est pas besoin de faire remarquer ici, que cela ne diminue en rien la vérité de la proposition que nous avons soutenue

SECTION V.

Des Phénomènes contre-nature de la chaleur animale.

Toutes les chaleur qu'éprouvent les animaux dans leurs maladies, peuvent se déduire aisément de ce principe, à sçavoir que plus le rapport du diametre du globule à celui du vaisseau capillaire est grand, plus les limites de la chaleur innée, qui fixent & déterminent la température des animaux chauds, se trouveront éloignées. Dans un homme, par exemple, ce terme est à peu près à 98° , c'est-à-dire, qu'à ce degré de chaleur extérieure, ses capillaires sont tellement relâchés

dans cette Section; sçavoir que la quantité de chaleur innée d'un animal est, *ceteris paribus*, proportionnelle à la densité de ses fluides. Car le petit poisson peut être d'autant plus capable que l'éléphant d'engendrer de la chaleur, par sa plus grande proportion de vaisseaux capillaires, qu'il l'est moins à raison du peu de consistance de son sang.

qu'ils n'éprouvent aucun frottement avec les globules qu'ils contiennent. Mais supposant que , dans cette circonstance , les globules soient dilatés , par quelque cause que ce soit , il est évident que ce terme de la génération de la chaleur se trouvera pour lors à un plus haut degré de chaleur extérieure : d'où s'ensuivra une augmentation proportionnelle de sa chaleur inhérente , qui , comme nous l'avons vu (*Section I*) est réglée par ces limites. Ou , pour parler plus clairement , plus le rapport du globule au vaisseau capillaire est grand , dans un degré de froid déterminé quelconque , plus leur frottement mutuel sera grand , *cæteris paribus* ; & par conséquent plus l'animal sera chaud.

Maintenant , la cause immédiate des obstructions est une augmentation du rapport du diametre du globule à celui du vaisseau capillaire : & tout le monde convient que les inflammations ne sont autre chose que des obstructions différemment modifiées , suivant leur nature ou leur espèce particulière.

Mais si quelque mouvement intestin du sang étoit la cause des chaleurs qu'on éprouve dans l'état de maladie, son mouvement de circulation empêcheroit qu'elles ne pussent se fixer à quelques taches particulieres du corps, comme dans un phlegmon, une érépelle, &c. Car quelque mouvement intestin qui puisse avoir lieu dans les fluides de la partie affectée, il auroit également lieu pour la même raison dans toute la masse, qui dans le cours de la circulation passe continuellement par ces parties. Par conséquent, la cause de la chaleur contre-nature d'un phlegmon doit avoir son siège dans les solides, & non pas dans les fluides. Puis donc que la chaleur des inflammations ne peut être l'effet d'aucun mouvement intestin du sang, n'avons-nous pas raison de présumer de-là qu'il en est de même des chaleurs febriles. Car on peut regarder une fièvre à quelques égards, comme une inflammation universelle, & une inflammation proprement dite comme une fièvre partielle, qui est presque toujours accompagnée d'une obstruction, la-

quelle paroît être également de l'essence de l'une & de l'autre.

En un mot, toutes les raisons qu'on peut apporter contre la génération des chaleurs naturelles du sang par son mouvement intestin, sont aussi fortes dans le cas des chaleurs contre-nature. Il en est aussi de même à l'égard du frottement mutuel des solides & des fluides, des chocs des globules, &c. Je remarquerai seulement au sujet de cette hypothèse mécanique, que ceux qui la soutiennent ont raisonné d'une façon contraire à leurs propres principes, en attribuant au mouvement du sang une plus grande vitesse dans les fièvres que dans l'état de santé. Ils ont cru sans doute que cela étoit nécessaire pour expliquer l'augmentation contre-nature de la chaleur dans ces maladies, ne faisant pas attention que quoique la température absolue d'un animal soit à un plus haut degré dans la fièvre que dans l'état de santé, cependant la quantité réelle de sa chaleur innée peut être beaucoup moindre. Car supposons un animal attaqué d'une fièvre ardente, la chaleur extérieure étant au

700, & la température de son sang au 110°, (la chaleur des fièvres les plus violentes va rarement au-delà) dans ce cas la quantité de sa chaleur innée est de 400, c'est-à-dire, l'excès dont sa propre chaleur surpasse celle de son milieu. Mais le même animal dans un état de santé, conservant sa température naturelle (que je suppose de 100°) dans un milieu qui est à 200, engendre réellement une quantité double de chaleur, c'est-à-dire, 800.

De tout ce que nous venons de dire sur les chaleurs contre-nature des animaux, on peut comprendre aisément pourquoi les astringens, en diminuant les diamètres des vaisseaux capillaires, fortifient & augmentent notre chaleur innée; & pourquoi d'un autre côté, les médicamens relâchans ont un effet contraire.





SECTION VI.

Des limites de la chaleur animale.

Après avoir déterminé la cause efficiente, je vais tâcher maintenant de découvrir quelques-unes des causes finales du terme de la chaleur innée des animaux.

D'abord, il est évident que si la quantité de chaleur engendrée étoit toujours la même, les corps des hommes & des animaux éprouveroit les mêmes alternatives de chaleur & de froid dans les différentes saisons & les différens climats, que les végétaux, ou même que la matière la plus inactive.

De plus, comme un animal engendre quelquefois plus de cent degrés de chaleur, & que celle des rayons du Soleil, dans de certaines saisons de l'année, presque dans chaque partie du monde habitable, est d'environ

cent degrés (a), il suit clairement que dans cette supposition, la température d'un animal, dans la saison la plus chaude, exposé directement au Soleil, seroit égale ou même supérieure à celle de l'eau bouillante. De là nous voyons la nécessité d'une variation dans la génération de la chaleur animale; c'est-à-dire, la nécessité de son augmentation avec le froid extérieur & de sa diminution avec la chaleur extérieure; enforte qu'il doit y avoir un terme fixe.

Maintenant, ce terme dans la classe des animaux chauds est fixé à un degré de chaleur extérieure qui s'accorde le plus avec les différens besoins de la vie: s'il eut été placé plus bas, nous n'aurions pas été capables d'endurer les saisons ni les climats un peu chauds, par rapport au relâchement de nos capillaires. Car quoiqu'un degré de chaleur extérieure, où ce relâchement est si considérable que d'abolir entièrement les frottemens, soit supportable pour

(a) Voyez le Docteur Martine sur les différens degrés de chaleur des corps.

quelques heures , nous ſçavons cependant que ſi ce degré venoit à perſiſter , il en réſulteroit les plus dangereuſes conſéquences. Si ce terme eut été fixé à 70° , comme dans les poiſſons (b) , toute la Zône torride , &

(b) Nous ne pouvons découvrir par le Thermomètre , aucune chaleur innée dans les poiſſons ; lorsque l'eau dans laquelle ils nagent eſt échauffée au-delà du 70° . Enſorte que nous ne devons pas être ſurpris qu'un degré de chaleur extérieure conſidérablement au-deſſous de la température naturelle de nos corps , ſoit mortel à ces animaux , puisſque leurs capillaires ſeroient alors tellement relâchés , qu'il en réſulteroit une déviation univerſelle dans leurs fluides , avec tous les maux qui en ſont la ſuite ; ce qui , comme il eſt aisé de le voir , ſe termineroit par la mort. Et c'eſt par une ſage précaution que leur terme de génération de la chaleur eſt fixée à tant de degrés au-deſſous du nôtre ; car comme leur élément eſt près de mille fois plus denſe que celui où nous vivons , il ſe trouve par-là beaucoup moins ſuſceptible de chaleur par l'action des rayons du Soleil , ſa température n'excedant jamais dans preſque toutes les parties du monde , le 70^e degré. Si leur terme de chaleur eût été le même que le nôtre, ils euſſent été beaucoup moins capables de réſiſter au froid qu'ils ſont obligés de ſouffrir , en même-tems que leur faculté de ſupporter la chaleur auroit été beaucoup plus grande qu'il ne leur eſt néceſſaire en quelques circonſtances qu'ils puiſſent ſe trouver.

une grande partie des Zônes tempérées auroient été inhabitables ; l'Été eut aussi à craindre & aussi dangereux que les sables brûlans de l'Afrique le sont à présent ; & un degré de chaleur fort inférieur à la température actuelle de nos corps , auroit été aussi mortel pour nous qu'il l'est pour les poissons. C'est assurément par une providence bien sage , que notre chaleur innée se trouve limitée par un certain degré de chaleur extérieure, aussi grand que nous puissions jamais avoir besoin de le supporter : car les chaleurs de midi excèdent rarement cent degrés dans aucun climat : du moins on regarde alors cet excès de chaleur comme une irrégularité hors du cours ordinaire des saisons , c'est un Phénomène que le Soleil ne peut produire que dans de certains tems & de certaines circonstances, & dans quelques contrées particulières.

D'un autre côté , si les limites de notre chaleur innée eussent été placées plus haut ou dans un plus grand degré de chaleur extérieure , nous aurions été moins propres à endurer la

rigueur du froid. Supposant, par exemple , qu'elles fussent au 120^{me} degré , c'est-à-dire , environ 20° plus haut qu'elles ne sont réellement , nous aurions eu nos vaisseaux capillaires aussi resserrés à 32° qu'ils le sont à présent au 12^{me} degré : c'est-à-dire , que notre sensation de froid eut été aussi vive au point de la congélation qu'elle l'est à présent , 20 degrés au-dessous. Et de-là il s'en seroit suivi que toute la Zône froide , & une grande partie de la tempérée , n'auroient pas été supportables dans les saisons froides , à cause du resserrement excessif des vaisseaux capillaires.

Mais non-seulement le terme de notre chaleur innée est le plus exactement proportionné aux différentes mesures de resserrement & de relâchement produits dans les capillaires , par les différens degrés de chaleur ou de froid extérieurs que nous sommes obligés de supporter , mais aussi à la température qui convient à nos nerfs & à nos humeurs. La chaleur qui nous est la plus naturelle & la plus convenable est d'environ cent degrés : si elle est

seulement un peu plus forte , elle est capable d'occasionner la putréfaction de nos fluides. Dans les fièvres les plus ardentes , la chaleur va rarement jusqu'à 110 degrés ; & l'on sçait que l'eau échauffée jusqu'au 110^{me} ou 116^{me} deg. est brûlante. D'un autre côté, une température au-dessous de celle dont nous jouissons , nous seroit également pernicieuse , en coagulant nos fluides , dont la densité & la viscosité naturelle demandent un certain degré de chaleur , qui en imprimant une douce agitation aux particules qui se meuvent lentement dans les petits vaisseaux , puisse prévenir leur attraction & leur adhésion mutuelles.

Ainsi , comme la température des animaux chauds se trouve au même degré que le terme de leur chaleur innée ; on peut aisément voir les mauvais effets qui résulteroient de la position de ces limites dans un degré de chaleur plus ou moins grand que celui où elles sont actuellement , puisque la température de nos corps eut été par-là proportionnellement élevée ou baissée.



SECTION VII.

Des sensations de chaleur & de froid.

NOs idées sur chaleur & le froid sont en grande partie indépendantes de leurs quantités inhérentes dans nos corps. Un animal chaud, quoique durant une violente gelée éprouvant une sensation de froid très-vive, est cependant aussi chaud (a) au Thermomètre que dans un beau jour d'Eté. Dans le froid d'un accès de fièvre intermittente, & au commencement de la plupart des fièvres, quoique la sensation de froid soit insupportable, cependant la chaleur de notre sang ne laisse pas d'être quelquefois plus gran-

(a) Cela ne doit s'entendre que du tronc & des autres parties de notre corps, qui dans un froid pareil sont en état de conserver leur température naturelle, ce qui ne les exemte pas cependant d'éprouver une sensation de froid très-vive.

DE LA CHALEUR ANIMALE. 327
de que dans un état de santé (b).

De même , quoique dans les fièvres on se sente comme brûlé par la violence de la chaleur , cependant la température réelle du sang dans la plupart de ces maladies , surpasse à peine celle d'une poule qui couve (c) , laquelle sans doute est alors exempte de cette sensation désagréable.

Ces Phénomènes sont maintenant aisés à résoudre. Car la sensation du froid n'est-elle pas occasionnée par un resserrement des vaisseaux capillaires ,

(b) Le Docteur Martine dans son essai sur les différens degrés de chaleur des corps , fait la remarque suivante : « Dans une fièvre intermittente que j'eus dernièrement , la chaleur de ma peau étoit de 106° , au plus haut point de l'accès , enforte que mon sang étoit au 107° ou 108° . Et de plus , ce qui est fort remarquable , au commencement de l'accès , lorsque j'étois dans le frisson & que j'éprouvois la sensation de froid la plus vive , ma peau étoit cependant plus chaude de 2° ou 3° que dans l'état naturel. »

(c) La chaleur d'une poule qui couve , est ordinairement au 107° ou 108° degré environ , au delà desquels les chaleurs de nos fièvres s'élèvent rarement. Voyez Martine , *ibid.*

& celle de la chaleur par leur relâchement ? Et puisque par ce resserrement & ce relâchement des capillaires , la température de nos corps se conserve uniforme dans une grande latitude de chaleur & de froid extérieurs , nous ne devons pas être surpris que ces petits tuyaux étant affectés fort différemment par les différens degrés de chaleur & de froid extérieurs , nous éprouvions par-là de différentes idées correspondantes ; tandis que notre propre température reste toujours invariable.

Cette vive sensation de froid au commencement d'une violente fièvre intermittente , ne résulte-t-elle pas d'un certain degré de coagulation , ou d'engorgement du sang dans les vaisseaux capillaires , analogue à l'effet d'un grand froid extérieur qui resserre fortement ces tuyaux ? Cet engorgement ne pourroit-il pas exciter en nous la même idée ?

Ainsi cette chaleur brûlante imaginaire (*d*) qu'on ressent dans les fièvres,

(*d*) Il paroitra peut être surprenant qu'un certain degré d'obstruction qui accompagne
n'est

n'est pas occasionnée par la grande quantité inhérente dans nos corps ; mais c'est un effet produit par la fièvre , tel à peu près que celui qu'eut causé ce degré de chaleur dont nous

presque constamment la fièvre , produise une sensation si différente de celle d'un froid cuisant , qui est pareillement causée par une circulation arrêtée en conséquence du simple resserrement des vaisseaux capillaires. Mais toutes les sensations , quoique fort différentes , ne sont-elles pas excitées par un même mouvement communiqué au *sensorium* par le moyen des nerfs , mais différemment modifié ? Ainsi combien le passage du mouvement qui produit le plaisir à celui qui cause la douleur est-il insensible ! Et pourquoi une obstruction différemment modifiée ne pourroit-elle pas occasionner des sensations aussi différentes que celles de la chaleur & du froid ? Car l'obstruction qui accompagne la sensation de froid ne paroît dûe qu'à un simple resserrement des derniers capillaires , au lieu que l'autre est l'effet d'une circulation arrêtée , en conséquence d'un vice dans la solidité , la grosseur , la figure & la consistance des globules , d'où résulte une erreur de lieu , & par conséquent une distension des petits vaisseaux capillaires. Cette sensation diffère encore considérablement de ce sentiment de langueur , de foiblesse & de suffocation que nous éprouvons dans un bain d'eau chaude , & qui paroît être l'effet d'un simple relâchement.

éprouvons la sensation douloureuse.

Maintenant , si la chaleur animale étoit produite par le frottement des fluides contre les solides , par les chocs des globules , ou par un mouvement intestin quel qu'il soit , nos idées de chaleur & de froid seroient nécessairement proportionnelles à leurs quantités inhérentes dans nos corps ; c'est-à-dire , que nous serions entièrement insensibles à la variété des climats , & aux vicissitudes agréables des saisons , respectivement à la chaleur & au froid (e) , puisque l'uniformité de notre température auroit toujours entretenu la même uniformité dans le resserrement de nos derniers capillaires ; & par conséquent il en eut été de même de nos sensations de chaleur & de froid.

Après avoir ainsi tâché , par l'explication de tous ces différens Phénomènes , de démontrer évidemment la vé-

(e) Cela ne doit pas s'entendre de toutes les parties du corps indifféremment ; car il y en a quelques-unes (comme nous l'avons remarqué dans la *Section III*) qui ne peuvent conserver leur température naturelle que jusqu'à une très-petite latitude de froid : mais ces parties sont peu considérables en comparaison des autres.

DE LA CHALEUR ANIMALE. 331
rité de notre Théorème , que la chaleur animale est engendrée par le frottement mutuel des globules & des derniers capillaires, je finirai par ce Scholie général.

SCHOLIE.

Il paroît donc d'abord , que le frottement des globules dans les derniers capillaires , & la génération de la chaleur animale sont proportionnels l'un à l'autre , ou qu'ils ont entr'eux le rapport mutuel de cause & d'effet. Mais ce sont les Phénomènes seuls qui nous ont mis en état de découvrir ce rapport. Car si la génération de la chaleur & ce frottement n'avoient qu'une apparence uniforme , il ne pourroit pas y avoir de proportion réelle entr'eux , proportion qui consiste dans la similitude ou l'analogie de leurs différens Phénomènes. D'où il suit que nous ne devons pas être surpris qu'on ait entrepris en vain de déterminer la cause de la chaleur animale ; puisque ses Phénomènes , qui seuls pouvoient nous y conduire , n'ont pas été bien entendus , ou du moins ont été totalement négli-

332 DE LA GÉNÉRATION
gés (f). Et comme la génération de la chaleur dans un animal en santé, a été regardée comme à peu près uniforme, il étoit assez naturel de lui assigner une cause d'une égale uniformité, telle que le frottement des fluides sur les solides, les chocs mutuels des globules, les effervescences, les fermentations, ébullitions, putréfactions, &c.

Mais ces hypothèses non-seulement ne s'accordent pas avec les Phénomènes, mais même elles sont contraires à l'expérience la plus commune : car le sang extravasé ne fait pas voir le moindre degré d'effervescence, & le mouvement mécanique le plus violent ne peut exciter dans ce fluide la moindre chaleur.

On ne doit pas être surpris qu'aucun frottement, qui puisse être com-

(f) Nous ne trouvons aucune mention des Phénomènes dans les Ecrits des Auteurs qui ont traité cette matiere, ni même (ce qui est fort surprenant) la moindre distinction entre la chaleur absolue & innée d'un animal : le défaut de cette distinction a sans doute été la principale source de leurs erreurs.

muniqué aux globules du sang par la force mécanique du cœur , tandis qu'ils nâgent dans un fluide aqueux , ne soit comparable à celui qu'ils éprouvent dans les vaisseaux capillaires. Car comme ces globules se meuvent dans un milieu qui leur est égal en densité , il est aisé de voir qu'ils ne peuvent guères agir les uns sur les autres , puisqu'ils n'ont alors aucun mouvement qui ne soit presque entièrement commun à ce milieu , dans lequel ils peuvent recevoir une très-grande agitation , ou éprouver des changemens de lieu fort irréguliers , & cependant être presque en repos les uns par rapport aux autres. De plus , la densité de ce milieu aqueux doit fort affoiblir leurs coups ou leurs chocs mutuels ; & sa viscosité doit empêcher qu'il n'y ait presque aucun frottement que dans les derniers capillaires. Ajoutez à cela , que la surface du choc de deux globules qui se frappent ainsi l'un l'autre dans un point , peut être quelques milliers de fois moindre que lorsqu'ils sont fortement pressés dans des vaisseaux d'un diamètre moindre

que le leur , enforte qu'une portion considérable de leur surface totale se trouve appliquée aux parois du tuyau capillaire.

Maintenant un globule de sang paroît être un corps très-propre à engendrer de la chaleur par frottement : son élasticité (g) le rend fort susceptible de ce mouvement d'ondulation dans lequel consiste la chaleur ; & par sa flexibilité il n'est pas seulement propre à appliquer une grande partie de sa surface aux parois des capillaires , mais aussi à varier & à adapter cette surface suivant leurs différens degrés de resserrement & de relâchement. Il est vrai que la vitesse du frottement doit être très-petite dans ces capillaires ; mais ce défaut est amplement compensé par la grande étendue de sa surface , comme on le voit évidemment par le

(g) Une preuve évidente que les globules du sang sont élastiques , c'est, qu'ils changent leur figure sphérique en une oblongue, lorsqu'ils traversent les derniers capillaires , mais ils se rétablissent promptement en leur premier état dès qu'ils sont dégagés de ce passage étroit. Leuwenhoeck a fait souvent cette observation.

DE LA CHALEUR ANIMALE. 335
nombre immense des vaisseaux capillaires & la petitesse excessive des globules (*h*).

(*h*) On pourra se former quelque'idée de la grandeur de la surface de frottement des globules du sang dans les vaisseaux capillaires, en estimant la surface de frottement d'une quantité dont le poids ne soit que d'un grain. Supposons avec le Docteur Jurin, le diametre d'un globe rouge égal à $\frac{1}{3234}$ d'un pouce, & qu'il touche les parois d'un capillaire par la moitié de sa surface, ce qui est très-possible lorsque ce tuyau est fortement resserré par le froid. Maintenant, la surface d'un pouce cube est de 6 pouces quarrés, mais la surface d'un petit cube dont le diametre n'est que $\frac{1}{3240}$ d'un pouce, doit être 3240 fois plus grande, à proportion de sa quantité de matiere, puisque la surface des corps (volume pour volume) augmente dans la même proportion que leurs diametres diminuent; par conséquent la surface d'un nombre de ces petits cubes égale au cube d'un pouce de diametre, doit être 6×3240 , ou de 19440 pouces quarrés; & il est probable que c'est à peu près là la surface de frottement d'un pouce cubique de globules de sang, en supposant, comme ci-dessus, qu'ils touchent les parois de ces vaisseaux par la moitié de leur surface. Car quoi- qu'un cube ait à la vérité une surface qui est en plus grande proportion à sa quantité de matiere, qu'une sphere de même diametre; cependant

Mais ce qui rend ce frottement le plus capable de produire de produire de la chaleur , c'est que les globules sont pressés contre les parois de leurs capillaires avec une force qui excède de beaucoup leurs propres poids , comme il paroît par le changement de figure qu'ils subissent en les traversant. De plus , la génération de la chaleur étant de cette manière à peu près également distribuée par tout le corps, sa déperdition en devient par-là beau-

cela se trouve compensé par le changement de figure que le globule éprouve en passant à travers un vaisseau capillaire , sa surface augmentant à mesure qu'il s'éloigne de sa sphéricité.

De plus , quoique suivant notre supposition , un globule de sang ne frotte un tuyau capillaire que de la moitié de sa surface ; cependant la surface de frottement de ce vaisseau capillaire lui étant égale , les deux ensemble équivalent à la surface totale du globule.

Maintenant , un pouce cubique de sang pèse 268 grains : divisant 19440 par ce nombre , le quotient 72.5 nous donne le nombre de pouces quarrés , égal à la surface du frottement d'un grain seulement de globules de la première grandeur.

Mais puisqu'il y a des capillaires dans les suites de vaisseaux sereux & lymphatiques ,
coup

coup moindre que si elle n'eût eu sa source qu'à la surface extérieur, comme cela arrive dans les grands corps qui nous employons ordinairement pour le frottement.


Ainsi, le frottement des globules dans les derniers capillaires non-seulement explique aisément les Phénomènes de la chaleur animale, mais il paroît suffire seul à la production de cet effet. Il n'y a aucune raison qui nous porte à recourir au frottement

me il est évident par le resserrement & le relâchement que le froid & la chaleur produisent en eux, sans qu'il y ait aucune altération dans leur propre température, ainsi qu'on le voit clairement dans les vaisseaux excrétoires de la peau, par exemple, (*Voyez Sect. I.*) il est manifeste que la surface de frottement d'un grain de globules en mouvement dans ces tuyaux, doit être d'autant plus grande que la surface de frottement de la même quantité de globules rouges, que leurs diamètres sont moindres : c'est-à-dire, un grain de particules séreuses, fix desquelles en constituent une rouge, doit avoir une surface de frottement à peu près deux fois aussi grande, que la même quantité de globules rouges; & un grain de particules lymphatiques, trente-six desquelles sont égales à un globule rouge, aura plus que le triple de surface de

338 DE LA GÉNÉRATION, &c.
mutuel des fluides & des solides , au
choc des globules , ou à un mouve-
ment intestin de quelqu'espece qu'il
soit. Ensorte que toutes ces causes pré-
tendues ne paroissent pas moins super-
flue qu'elles sont peu d'accord avec les
Phénomènes. Car , suivant M. New-
ton : *Causæ rerum naturalium non plu-
res admitti debent , quam quæ & veræ
sint & earum Phænomenis explicandis
sufficiant.*

frottement : Enfin un grain de ces particules que
Leuwenhoeck a observées dans les vaisseaux les
plus déliés du cerveau de différens animaux , 500
desquels seroient à peine égales à un globule
rouge , supposé qu'elles éprouvent le même
frottement que les globules rouges , occupe-
roient une surface de frottement égale à 580
pouces quarrés ; ce qui est immense pour une
quantité de globules aussi petite qu'un grain. Ce
Phénomène est encore une preuve de la grande
énergie de l'attraction , qui surmonte une rési-
stance de frottement si considerable dans ces
petits tuyaux qui sont si éloignés de la sphere de
l'action du cœur.





DISSERTATION

De M. Cromwel Mortimer, Docteur en Médecine & Secrétaire de la Société Royale de Londres, adressée à M. Martin Folkes Ecuyer, Président de la même Société, sur la chaleur naturelle des Animaux, lue à la Société Royale le 4 Juillet 1745, tirée du n^o 476 des Transactions Philosophiques.

MONSIEUR,

Depuis que notre illustre Compatriote le grand Harvey, a donné une démonstration complete de la circulation du sang, la plupart des Auteurs de Médecine ont attribué la chaleur naturelle des animaux au mouvement du sang dans les vaisseaux sanguins, ou plutôt au frottement qu'il y éprou-

F f ij

ve. Et on a trouvé par les dernières observations, à l'aide des injections & des Microscopes, que les fluides se mouvoient dans des tuyaux coniques, qui communiquent entr'eux près de leurs *sommets*, & qui ensuite s'élargissent de plus en plus: ces mêmes tuyaux continués changent pour lors leur nom d'arteres en celui de veines, & reportent vers le cœur les fluides qu'ils contiennent. On attribue aux contractions fortes & fréquentes du cœur & des arteres, la production de la chaleur animale, qui sera * plus grande à proportion que les humeurs seront plus denses, qu'elles seront poussées avec plus de force, & que les résistances seront plus considérables vers les extrémités des arteres. De cette supposition on conclut que la chaleur vient du frottement; que par une agitation violente des particules du sang & des humeurs les unes contre les autres, & sur-tout par leur frottement contre les parois des vaisseaux sanguins qui les contiennent, il s'engendre de la chaleur; de même que lorsqu'on frotte

* Boerh. *Instit.* §. 968.

deux morceaux de bois ensemble , ou du bois avec quelque métal , ou deux morceaux de métal , ou des pierres dures. On ſçait cependant par l'expérience commune , qu'un fluide aqueux , ou quelque ſubſtance huileuſe graſſe appliquée à ces corps tandis qu'on les frotte , empêche la production de la chaleur ; comme par exemple , l'eau dont on ſe ſert pour polir le verre ou le marbre , & l'huile ou la graiſſe dont on frotte les machines à roue ; & il eſt arrivé ſouvent que faute d'avoir pris cette précaution , des roues ſe ſont échauffées , enflammées , & même conſumées par le propre feu qu'elles avoient excité. Je ne connois aucune expérience par laquelle il paroïſſe qu'il y ait eu le moindre degré de chaleur engendré par l'agitation ſimple & mécanique , ou par le frottement des particules d'aucun fluide ſeul ou mêlés avec d'autres. L'eau , le vin , l'eſprit-de-vin , les huiles , le viſ-argent , agités ſimplement ou mêlés enſemble , ne produiront jamais de la chaleur par aucune force ou vîteſſe de mouvement que ce puiſſe être. Et le ſang des ani-

maux dès qu'une fois il est tiré du corps , ne peut se conserver ni fluide ni chaud par l'agitation la plus violente. Il s'engendre à la vérité de la chaleur dans les fluides en quelques circonstances particulieres ; par exemple , dans ces deux cas si connus , la fermentation & l'effervescence. Et comme ceux qui ne sont pas bien versés dans les matieres chymiques , confondent souvent ces deux termes , qu'il me soit permis de les expliquer ici. La fermentation est ce mouvement intestin spontané , qui dans le degré de chaleur de la température universelle des cavernes souterraines , produit en peu d'heures une telle altération dans les sucs végétaux , & dans l'eau chargée d'une forte teinture de particules végétales (car la fermentation est restreinte au regne végétal) , qu'un moût insipide qui éteint le feu , se change en une liqueur plus ou moins inflammable , selon que ces teintures sont impregnées de plus ou de moins de particules végétales , & que par la distillation on en retire cette liqueur subtile inflammable appelée com-

munément esprit-de-vin. La chaleur produite par la fermentation n'excede jamais celle du corps humain. L'effervescence vient d'un mouvement excité en différentes sortes de fluides , soit en les mêlant ensemble , ou en y jettant des sels & des poudres de différentes especes. Les deux opposés les plus communs , les acides & les alkalis , étant mêlés , causent une grande ébullition & fort peu de chaleur ; mais les dissolutions de quelques métaux dans l'eau forte , produisent une chaleur violente , & donnent de la flamme. Les huiles aromatiques * mêlées avec des esprits acides minéraux , s'enflamment avec de violentes explosions. Les substances végétales en se pourrissant par l'humidité , s'échauffent quelquefois tellement , qu'elles enflamment celles de leurs parties qui se trouvent sèches ; ainsi le fumier s'échauffe & les amas de foin s'enflamment réellement.

Dans ces cas d'effervescence , com-

* Les huiles par expression produisent aussi le même Phénomène.

me il n'y a ni chaleur ni feu qui viennent de dehors , les élémens du feu devoient être cachés & inactifs dans l'un ou l'autre de ces corps : l'expérience nous fait assez voir qu'il y a beaucoup d'air inactif dans les solides & les fluides ; & on sçait pareillement que le feu ne peut agir sans le secours de l'élasticité de l'air ; car le bois ne brûle pas dans le vuide , & même la poudre à canon ne s'y enflamme pas. Puis donc que les élémens du feu & de l'air sont renfermés dans tous les corps & comme emprisonnés ; il faut seulement une action qui puisse mettre ces particules en liberté. Par-là les particules de l'air reprennent leur élasticité, & mettant en mouvement les particules de feu elles excitent de la chaleur , mais ne causent point d'embrasement ; à moins que le feu ainsi agité ne rencontre quelques matieres inflammables, c'est-à-dire sulphureuses, quoique différemment modifiées ; comme du souphre en masse, du bitume , de l'huile , de l'esprit-de-vin, des substances végétales privées de leur eau, des souphres

métalliques , ou la substance la plus inflammable de toutes , je veux dire le souphre animal , que nos Chymistes modernes appellent communément Phosphore.

Ainsi dans la fermentation le feu & l'air étant en liberté , produisent de la chaleur , mais ne s'enflamment pas , parce que l'eau prédomine ; au lieu que dans l'effervescence produite par la dissolution des métaux , le feu rencontre le souphre métallique qu'il enflamme , & cause quelquefois des explosions ; les huiles aromatiques ne contenant que fort peu d'eau , & étant presque entièrement composées des parties sulphureuses des végétaux , s'enflamment aussi-tôt ; & le phosphore qui n'est autre chose que le souphre animal , comme il paroît par les curieuses expériences que nous devons au célèbre Chymiste M. Geoffroi digne membre de cette Société , (*Voyez les Transact. Philos. n° 428 , p. 69 , 70 ,*) est tellement disposé à prendre feu , qu'étant exposé seulement quelques minutes à l'air libre , il s'enflamme aussi-tôt.

Maintenant tous les animaux sur lesquels on a fait des expériences, ont été trouvés contenir plus ou moins de principes de phosphore ; quelques insectes brillent constamment ou jettent de la lumière à l'air libre. Plusieurs poissons sont lumineux, si on les expose à l'air un peu de tems ; & même les bulles d'eau de mer paroissent comme du feu dans l'obscurité. On a observé que quelques Quadrupedes jettoient de la lumière dès qu'on leur avoit légèrement frotté le poil, comme on l'éprouve sur les chevaux, les chats, &c. Il y a plusieurs exemples de différentes parties de notre corps qui ont paru lumineuses ; & même les vapeurs qui s'en élèvent s'attachant aux habits, les font quelquefois briller. On a dernièrement rapporté à la Société, des observations curieuses à ce sujet. Je crois que ce sont-là des preuves convaincantes de l'existence du phosphore dans les liqueurs animales ; & comme il est pareillement certain qu'elles contiennent toutes de l'air, il ne faut que rassembler les parties aériennes & sulfureuses, pour qu'il s'engendre de la

chaleur : je ne doute pas que sans la surabondance d'humeurs aqueuses dans les animaux , il n'arrivât souvent de funestes embrasemens. Il me semble que par-là on explique clairement la cause de la chaleur animale : le cœur & les arteres sont à la vérité les instrumens qui excitent cette chaleur ; non par le frottement qui résulte de la circulation des humeurs , mais seulement par le mouvement intestin que cette circulation donne aux différentes particules qui constituent la masse des liqueurs animales. Selon que la vitesse de ces fluides est augmentée , les différentes molécules dont ils sont composés viennent plus souvent au contact ; & par conséquent les particules aériennes & sulphureuses se rencontrent plus souvent , d'où il résulte une plus grande chaleur.

Hipocrate (*Aphor. I, 14*) , fait mention de la chaleur innée , *θερον ἐμφυτον* , *calidum innatum*. Galien la prend pour l'ame ; plusieurs Auteurs modernes , l'ont regardée comme l'esprit , l'Archée ; & d'autres l'ont appelée la chaleur vitale ; mais ils en ont

parlé comme d'un certain degré de feu existant dans les animaux , ne se doutant point que l'élément du feu pût être absorbé , ou caché dans les fluides , prêt à devenir actif aussi-tôt qu'il rencontre de l'air , ou même à s'enflammer , s'il trouve des particules sulfureuses , dans de certaines circonstances. Je crois que les Anciens en ont eu quelques notions dans les premiers tems , lorsqu'ils jugerent à propos de ne communiquer au vulgaire sous des emblèmes ou des fables , que quelque ombre des connoissances plus réelles & plus profondes , qu'ils avoient acquises : & c'est ainsi qu'elles nous ont été transmises dans les fictions des Poètes. Telle est , par exemple , la fable des Prométhée qui dérobe le feu du ciel pour animer les hommes qu'il a formés. Je pense que sur ce principe du phosphore existant dans les animaux , on peut aisément assigner la cause de ces accidens singuliers & terribles qui affligent quelquefois l'espece humaine. Tel fut celui de la Dame de *Cesena* en Italie , celui du Charpentier dans le Ham-

pshire, celui de la femme de Ipswich (a) qui probablement furent mis en feu par le Tonnerre. On pourra dire que plusieurs personnes sont frappées de la foudre sans être enflammées. Mais il faut remarquer que la Dame de *Cesena* avoient tous les pores & les vaisseaux absorbents remplis d'une grande quantité de camphre ; que la femme de Ipswich avoit bu beaucoup de liqueurs spiritueuses ; & quant au Charpentier, on ne dit pas s'il étoit accoutumé à boire ou non. Toutes ces circonstances favorisent beaucoup l'embrasement du soufre animal ou phosphore ; & comme ces matieres inflammables étoient distribuées dans les plus petits vaisseaux capillaires, il en devoit résulter un embrasement subit de toutes les parties solides.

(a) Comme ces Histoires sont très-curieuses & fort peu connues, & que d'ailleurs elles peuvent contribuer à faire connoître la nature de la chaleur animale, nous avons crû devoir les rapporter tout ou long à la suite de la Dissertation du Docteur Mortimer, avec les différentes explications qu'on a données de ces Phénomènes.

Mes conjectures sur le principe sulphureux ou sur l'existence de ce phosphore , se trouvent encore confirmées en ce que les animaux paroissent plus susceptibles du feu électrique que les autres corps ; & je croirois volontiers qu'il seroit dangereux , pour les personnes accoutumées à prendre beaucoup de liqueurs spiritueuses , ou à des embrocations avec de l'esprit-de-vin camphré , de se faire électriser jusqu'à un certain point , & qu'au contraire on pourroit peut-être employer l'électricité comme un remède pour les personnes d'une constitution languissante , froide & fort affoiblie , dans la vue de renouveler & de régénérer le feu vital , autant qu'il est nécessaire pour que les fonctions animales s'exécutent comme elles le doivent.

J'espère , Monsieur , que vous aurez la bonté d'excuser la précipitation avec laquelle j'ai écrit ces réflexions. Elles sont tirées pour la plupart d'une Lettre que j'écrivis à mon respectable maître le fameux Boerhaave * tandis

* M. Boerhaave m'a toujours honoré d'une

que j'étois à Leyde il y a plus de 20 ans. Mais n'en trouvant point de copie , & M. Boerhaave ne l'ayant regardée que comme une hypothèse fort spécieuse , je n'y pensai plus jusqu'à ce que les expériences électriques qui ont été lues dernièrement à la Société , & les émanations lumineuses qu'on a vû sortir des corps humains , m'en aient rappelé le souvenir. Je crois maintenant avoir porté ces idées au-delà d'une simple hypothèse.

Je suis,

MONSIEUR,

Votre très-humble &
très-dévoué serviteur
Cromwel Mortimer.

correspondance littéraire très-intime , même jusqu'à peu de jours avant sa mort. Ce fut à moi , *Amico Londinensi* , qu'il écrivit cette Lettre où il détaillait sa maladie , telle que le Professeur *Schultens* l'a publié dans son Discours sur la mort de Boerhaave , p. 69 : mais je ne sçai pourquoi il a supprimé mon nom.

Extrait d'un Ouvrage Italien de M. Joseph Bianchini, Chanoine de Verone, sur la mort de la Comtesse Cornelia Zangari & Bandi de Cesena ; avec le détail de la mort de Jean Hitchell qu'on a trouvé brûlé , & de celle de Grace Peth demeurant à Ipswich , dont le corps fut consumé & réduit en charbon. Par M. Rolli de la Société Royale de Londres. Lu à l'Assemblée de cette Société le 20 Juin 1745 , tiré du n°. 476 des Transactions Philosophiques.

SATIUS EST DE RE IPSA QUÆRERE,
QUAM MIRARI. *Senec.*

La Comtesse Cornelia Bandi , à la 62^{me} année de son âge , ayant passé la journée aussi-bien qu'elle avoit coutume , se trouva le soir à souper pesante & comme stupide. Elle se retira & se mit au lit , où elle passa trois heures & plus à s'entretenir avec sa femme de chambre , & à réciter quelques prières ; enfin s'étant endormie , on ferma la porte. Le lendemain matin , la femme de chambre remarquant

quant que sa maîtresse ne se réveillait pas à l'heure accoutumée , entra dans la chambre & l'appella ; mais voyant qu'elle ne répondoit pas , elle se douta de quelque sinistre événement ; elle ouvrit aussi-tôt la fenêtre , & vit le cadavre de sa maîtresse dans cet état déplorable

A quatre pieds de distance du lit il y avoit un amas de cendres , & deux jambes qui n'étoient pas endommagées depuis le pied jusqu'au genou ; elles étoient même couvertes de leurs bas. Entre ces jambes on voyoit la tête de cette Dame dont le cerveau , la moitié du crâne & tout le menton étoient réduits en cendres , parmi lesquels on trouva trois doigts noircis. Tout le reste n'étoit que de la cendre qui avoit cette qualité singulière , qu'elle laissoit dans la main lorsqu'on la touchoit une humidité grasse & de mauvaise odeur.

On observa aussi que l'air de la chambre étoit chargé de suie : une petite lampe qui se trouva sur le pavé parut couverte de cendres , mais elle étoit entièrement sans huile. Deux chandelles s'étoient conservées droites

dans des flambeaux posés sur une table , quoiqu'il n'y eût plus de suif , mais le coton y étoit tout entier. Il y avoit quelque peu d'humidité autour des pieds des flambeaux. Le lit n'avoit reçu aucun dommage ; les draps & les couvertures étoient seulement un peu dérangés d'un côté , comme lorsqu'une personne vient de sortir du lit. Tous les meubles aussi bien que le lit , étoit couverts d'une suie humide & couleur de cendre , qui avoit même pénétré dans les commodes & les armoires , jusqu'au point de gâter le linge. Cette suie s'étoit aussi répandue dans une cuisine voisine , sur la muraille, les meubles & les ustenciles qui s'y trouvoient. On donna un morceau de pain couvert de cette suie a différens chiens , qui refuserent tous de le manger. On remarqua de plus dans la chambre qui étoit au-dessus , qu'il sortoit du bas des fenêtres , une liqueur jaunâtre , grasse & mal - propre ; on y sentoit une odeur fort désagréable sans pouvoir déterminer ce que c'étoit , & on voyoit la suie voltiger. Le pavé de la chambre se trouva tellement enduit

d'une humidité gluante qu'on ne pouvoit le nettoyer , & la mauvaife odeur fe répandit de plus en plus dans les autres chambres.

Remarques de M. Bianchini.

Il est impossible que par quelque accident la lampe ait pu causer un tel embrasement.

Il n'y a d'ailleurs aucun lieu de supposer une cause surnaturelle.

La cause la plus vraisemblable , est donc un éclair ; qui n'étant, suivant l'opinion commune , qu'une exhalaison sulphureuse & nitreuse de la Terre , déjà enflammée dans l'air , avoit pénétré par la cheminée ou par les fentes des fenêtres.

Tous les effets rapportés ci-dessus , prouvent ce que j'avance ici ; car ces particules qui exhaloient une mauvaife odeur , sont les parties les plus grossieres de la foudre , soit réduites en cendres , soit épaissies en une matiere bitumineuse & visqueuse. De - là il n'est pas étonnant que les chiens n'aient pas voulu manger le pain , à cause de

l'amertume de la suie , & de la puanteur du souphre qui y étoit contenu. Les cendres impalpables du cadavre de cette Dame en font aussi une démonstration ; car il n'y a que la foudre qui puisse produire un effet semblable.

On dit n'avoir entendu aucun bruit , mais il peut se faire qu'il y en ait eu , sans qu'on l'ait entendu ; tout le monde de la maison étant alors dans un sommeil profond ; d'ailleurs on a vu des éclairs & de la foudre sans bruit , & il y a peu de personnes qui ne l'ait observé.

Voici quelques faits rapportés dans la préface du Livre qui ont trait à cette observation.

On peut voir un autre accident de même sorte , dans les actes de Médecine de Coppenhague, *Acta Medica & Philosophica Hafniensia* , publiés par le fameux Thomas Bartholin , 1673 , vol. II. p. 211. n. 118. Il est rapporté dans les termes suivans.

« Une pauvre femme de Paris étoit
« tellement accoutumée à boire de l'es-
« prit-de-vin en grande quantité pen-

« dant trois ans qu'elle ne prenoit au-
 « tre chose. Son corps devint par ce
 « moyen si combustible, qu'une nuit
 « étant couchée sur une paille, elle
 « fut réduite en cendres & en fumée,
 « excepté le crâne & les extrémités
 « des doigts. »

Jean Henri Cohausen rapporte ce fait dans un Livre imprimé à Amsterdam en 1717, intitulé : *Lumen novum Phosphoris accensum* ; & dans la première partie, p. 92, il raconte aussi
 « Qu'un Gentilhomme, du tems de la
 « Reine *Bona Sforza*, ayant bu une
 « grande quantité d'eau-de-vie, vomit
 « des flammes & en fut consumé. »

Un effet semblable ne peut avoir été produit par la lumière de la lampe, des chandelles, ou des bougies, parce que le feu commun, même dans un bucher, ne consume pas un corps jusqu'à ce point ; & d'ailleurs ce feu n'auroit pas manqué d'attaquer les meubles de la chambre plus combustibles que le corps humain. Il paroît aussi que ce n'étoit pas ce qu'on appelle communément la foudre ; car il ne restoit aucune odeur sulphureuse ni

nitreuse , & on ne vit aucunes traces noirâtres sur les murs ; ce sont-là les signes de la foudre tels qu'ils ont été remarqués par l'un des plus exacts observateurs de la nature , le fameux M. Boyle. Mais si ce n'étoit pas la foudre , c'étoit certainement quelque chose de cette nature.

Il y a quelques personnes qui se sont imaginé qu'il pouvoit y avoir une mine de souphre sous le pavé de la chambre : mais qu'arriveroit-il alors ? Je sçais par expérience que plusieurs mineurs ont péri dans les mines de souphre , mais seulement par une suffocation qui venoit des exhalaisons subites & abondantes de souphre enflammé ; & ils n'ont jamais été réduit en cendres. Les mineurs m'ont dit sur le lieu même que ceux d'entre eux qui étoient péri , avoient seulement été suffoqués par de fortes exhalaisons nitreuses & sulphureuses , mais qu'aucun d'eux n'avoit été embrasé.

L'Auteur rapporte qu'allant une fois par curiosité dans une mine de souphre près de *Mntefiascone* , lorsqu'il fut près de la place d'où les mi-

neurs tiroient le souphre , il fut averti par l'un d'eux qui portoit sa charge , de ne pas avancer plus loin ; parce que l'odeur ou quelque exhalaison subite l'incommoderoit considérablement. S'étant retiré à l'air libre , cet ouvrier lui dit que peu de jours auparavant trois de ses camarades étoient tombés roides morts , tandis qu'ils travailloient , que c'étoit une violente suffocation , causée par une exhalaison de fumée bitumineuse qui sortit avec violence du lieu où ils creusoient & que ce malheur n'étoit que trop fréquent dans ces mines ; mais qu'il n'avoit jamais ouï dire ni vû qu'aucun d'eux ait été consumé par le feu.

De-là M. Bianchini conclut que si la foudre a un pareil effet , l'incendie vient originairement de ses parties nitreuses & non des sulphureuses , parce que l'air étroitement renfermé dans le nitre & non dans le souphre , étant mis en mouvement soit par sa propre élasticité , ou par quelqu'autre agent , produit la flamme de la foudre qui brûle & consume jusqu'à réduire en cendres.

J'ai vû, dit-il, la fameuse mine de souphre à un mille de distance de *Pozzoli*, dont il est fait mention dans Pétrone. Au bas de la plaine il y a une fosse remplie de souphre liquide qui s'éleve par l'ébullition à dix ou douze pieds. Cette matiere liquide consume la chair de tout les cadavres, mais ne touche point du tout aux os. Dans le cas dont il s'agit, les os furent brûlés jusqu'à être réduits en cendres; le pavé ne fut nullement endommagé, & il ne resta aucune odeur sulphureuse dans la chambre.

L'Auteur fait tous ces raisonnemens pour combattre l'opinion d'un Académicien de Ravenne, qui soutenoit que sous cette chambre il devoit y avoir une mine sulphureuse, & cette opinion est fondée sur ce que, dans la même maison, dans une chambre proche de celle ou cette Dame fut brûlée, il s'étoit enflammé une grande quantité de chanvre, sans qu'on pût sçavoir comment; & aussi sur ce que tout-à-coup une partie du Palais étoit tombée sans aucun tremblement de terre; enforte qu'on pouvoit conjecturer

rer que tous ces effets étoient produits par une mine sulphureuse souterraine. Mais il paroît par toutes les raisons que nous venons de rapporter , que cette opinion n'est pas prouvée , au contraire , s'il y eut eu une mine de souphre , tout le monde en auroit senti l'odeur dans ces jours nébuleux , où le vent de midi rendoit l'air si pesant ; les mines de souphre se faisant sentir alors à une grande distance : d'ailleurs les effets du souphre ne consistent pas à réduire un corps en cendres impalpables.

Opinion de M. Rolli.

Le feu fut produit dans les entrailles de ces différentes personnes par les écoulemens enflammés de leur sang , par les fermentations qui s'excitent dans l'estomac , par les matieres combustibles qui abondent dans les corps vivans pour les usages de la vie , & enfin par les exhalaisons enflammées qui s'élèvent de l'esprit-de-vin , de l'eau-de-vie & des autres liqueurs ardentes , qui séjournent dans la tunique

villeuse de l'estomac , & dans les membranes adipeuses , où ces esprits (comme les Chymistes l'observent) engendrent une espece de camphre. Pendant la nuit & dans le sommeil , ils sont mis en mouvement par le moyen de la respiration qui devient alors plus grande & plus forte : D'où il arrive que ces esprits sont alors plus disposés à s'enflammer.

La graisse est une liqueur huileuse séparée du sang par les glandes de la membrane adipeuse ; elle est d'une nature fort combustible , comme l'expérience commune le fait voir.

Le sang est de la même nature aussi bien que la lymphe & la bile. Lorsqu'on a fait sécher toutes ces humeurs , elles s'enflamment comme de l'esprit-de-vin à l'approche du feu , & se réduisent en cendres. (*Observation 171^{me} dans les Ephémérides d'Allemagne 10^{me} année*).

Ce desséchement des humeurs peut être causé dans notre corps , par la boisson de l'eau-de-vie rectifiée , & des autres liqueurs spiritueuses ; ainsi que M. Litteré l'a observé dans la dissection d'une

femme âgée de 45 ans, *Hist. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1706, p. 23. Cet effet peut arriver encore plus souvent, si l'esprit-de-vin est camphré ; car cette liqueur n'est qu'une huile sublimée, dont les particules sulphureuses étant atténuées par la fermentation, se mettent facilement en mouvement, dès qu'elles sont séparées des matieres fixes & salées ; & se répandant dans l'air, deviennent de la flamme & du feu.

De plus, quoique les sels que contiennent les animaux & les végétaux, ne soient pas naturellement portés à s'enflammer, néanmoins ils contribuent souvent à exciter de la flamme, surtout dans le cas d'une violente fermentation. C'est ce qui fait que le mélange de deux liqueurs, quoique froides au toucher, produit de la flamme.

Bécher a le premier découvert ce Phénomène surprenant, en mêlant de l'huile de vitriol avec celle de térébenthine. *Borrichius* a fait ensuite la même chose, en mêlant de l'huile de térébenthine avec de l'eau forte, & M. Tournefort en mêlant de l'es-

prit de nitre avec de l'huile de saffras ; enfin M. Homberg en mêlant ce même esprit avec l'huile & les quintessences de toutes les plantes aromatiques des Indes ; & même cet Académicien assure qu'on a mis le feu à des canons avec une certaine eau froide. *Hist. de l'Académie des Sciences*, 1710, p. 66.

Il est hors de notre sujet de rechercher comment par une violente fermentation, les magasins à poudre, les amas d'orge, les moulins à papier, les monceaux de foin, ont été mis en feu.

Les particules acides sont très-unies dans nos corps avec la graisse & les parties huileuses, & même tous nos membres abondent en huiles & en acide. Il n'y a donc rien d'étonnant s'ils s'enflamment, comme M. Homberg l'a bien observé dans *l'Hist. de l'Acad. des Sciences*, 1712, 1717, depuis la page 13 jusqu'à 31, où il remarque que tous nos membres abondent en huile fétide & en sel volatil, & que par conséquent ils sont fort combustibles.

Nous ne devons pas omettre ici de remarquer que les os sont composés

d'un grand nombre de petits tuyaux qui occupent presque toute leur longueur, ce qui les rend par conséquent plus aisés à enflammer. Malpighi a aussi observé que les os contiennent une matiere grasse & huileuse.

De plus, nous sçavons que les glandes sebacées sont répandues par tout le corps, & qu'il transpire de toute la surface de notre peau, une humeur huileuse qui a souvent une odeur nitro-sulphureuse.

Il y a de la matiere combustible renfermée en abondance dans les cellules de l'Epiploon. On doit d'ailleurs faire attention à la quantité immense de corpuscules qui émanent de nos corps. Sanctorius a observé que de huit livres d'alimens pris dans un jour, il se fait une transpiration insensible d'environ cinq livres, en y comprenant les exhalaisons des poulmons qui sortent par la bouche dans la respiration & qui peuvent se ramasser en gouttes sur un miroir. *Seçt. I. aph. 6.* Il a aussi remarqué que dans l'espace d'une nuit on rendoit ordinairement 16 onces d'urine, 4 onces d'excré-

mens par les felles & 40 onces par la transpiration. (*Aphor.* 59). Il dit aussi que la pesanteur & l'engourdissement font l'effet d'une chaleur interne trop grande qui arrête cette transpiration insensible, comme nous le ferons voir dans le cas dont il s'agit.

Sur cette supposition je dis que les écoulemens de l'insensible transpiration sont comme une mine inflammable, & qu'ils prennent feu fort aisément, lorsqu'un frottement quelque petit qu'il soit, les met en un mouvement rapide & augmente leur vitesse.

Nous devons la découverte de cette vérité à M. Hauksbée de la Société Royale, dans l'expérience * si connue du *du globe de verre*, p. 30, où je renvoie le Lecteur. Je vis cette expérience à Rome; & quoiqu'il paroisse que la lumière ne soit qu'un phosphore produit par les écoulemens qui sortent de la main & du verre, elle peut

* Tout le monde sçait le grand nombre de découvertes qu'on a faites depuis sur l'électricité, quoiqu'on ne soit pas encore parvenu à déterminer la cause des Phénomènes qu'on a observés.

neanmoins donner lieu à plusieurs réflexions sur le cas présent.

Le frottement des paumes des mains , ou de toutes autres parties du corps , peut produire ces feux appelés communément *ignes lambentes*. Nous apprenons d'*Eusebe* de Nuremberg , que telle étoit la propriété de tous les membres du Pere de *Théodoric*. Il en étoit de même de ceux de *Charles Gonzague Duc de Mantoue* , comme l'a remarqué le fameux *Bartolin*. *Jean Fabri D. M. & Philosophe* assez connu , certifie avoir vu des étincelles de lumière sortir de la tête d'une femme , tandis qu'elle se peignoit. *Scaliger* rapporte la même chose d'une autre femme. *Cardan* a fait une pareille observation sur un Carme , dont la tête jetta pendant 13 ans des étincelles , chaque fois qu'il baissoit son capuchon sur ses épaules. *Ezechiel à Castro* , D. M. Juif fameux qui se fit Chrétien , a écrit un petit Traité intitulé : *Ignis lambens* , à l'occasion de la Comtesse *Cassandra Buri* de Verone , dont la peau brilloit d'une lumière éclatante dès qu'elle frottoit ses bras

avec un mouchoir de toile de Cambrai. Eusebe rapporte la même chose de *Maximus Aquilanus*. *Licetus* a ouï dire à son pere qu'il avoit observé le même Phénomène sur François *Guido*, Jurisconsulte ; & il dit qu'il connoissoit lui-même Antoine *Cianfio*, Libraire à Pise, qui lorsqu'il changeoit de linge jettoit une lumiere très-brillante. *Libavius* rapporte la même chose d'un jeune homme ; & Cardan d'un de ses amis, disant que lorsqu'il changeoit de linge, il sortoit de son corps des étincelles de feu. Le Pere Kircher Jésuite, rapporte que descendant dans une grotte souterraine à Rome, il vit des étincelles de feu s'élaner de la tête de ses compagnons qui étoient échauffés par la promenade. Le pere *Alphonse d'Ovale* a vu lui-même, sur les plus hautes montagnes du Pérou & du Chili, que les hommes & les animaux y paroissoient briller d'une lumiere fort vive depuis la tête jusqu'aux pieds.

Ces flammes ne paroissent pas nuisibles, mais c'est faute de trouver un aliment convenable. Pierre Bovisteau

assure , que ces étincelles réduisirent en cendres les cheveux d'un jeune homme. Jean de *Viana* dans son Traité intitulé de *Peste Malagensi*, p. 46 , rapporte que la femme du Docteur *Freilas*, Médecin du Cardinal de *Royas*, Archevêque de *Toledo*, exhaloit naturellement par la transpiration une matiere ignée de telle nature, quesi elle ôtoit le corset qu'elle portoit sur sa chemise, & qu'on l'exposât à l'air froid, il s'enflammoit aussi-tôt, & lançoit comme des grains de poudre *.

Ayant égard à toutes ces observations, je dis, qu'il peut s'exciter dans la matrice d'une femme une fermentation fébrile, ou un mouvement violent des matieres combustibles, tel que les os soient réduits en cendre & que la chair soit consumée. On con-

* Pierre Borelli rapporte un exemple de ces écoulemens qui produisent non-seulement de la lumiere, mais aussi du feu. Voyez ses Observations Cent. II. Obs. 75. p. 174. où il dit qu'il y avoit un certain paysan, dont le linge, le fil de chanvre, &c. gardés dans des boîtes, quoique humides, & suspendus sur des bâtons à l'air, prenoient bientôt feu Et ce fait a été vu d'un grand nombre de spectateurs.

noît deux faits semblables. L'un dans les Actes de Médecine de Coppenhague, *Acta Medica & Philosophica Hafniensia*, anno 1673, observé par Mathieu Jacobei; & l'autre dans *M. Marcello Donato*, De Medic. Hist. Mirab. Lib. IV, cap. 25, p. 248, & Lib. VII. Cosmog. cap. I. de *Cornelius Gemma*.

Pierre Borelli a aussi observé, qu'un homme ayant vomi de la bile (liqueur très-nécessaire à la digestion) elle parut bouillir comme de l'eau forte. *Centur. II. Obs. I. p. 109.*

De plus on peut allumer des feux très-violens dans nos corps de même que dans ceux des autres animaux d'un tempérament chaud. Et ces feux étant capables de causer la mort, feront une preuve plus forte de mon opinion. Il est nécessaire pour en avoir une intelligence plus claire de lire la 77^{me} Observation de Jean *Pisano*, dans les Ephémérides d'Allemagne imprimés à Leipzig en 1670. Liés avec un bon fil les orifices supérieur & inférieur de l'estomac; ensuite emportez-le en coupant au-dessus & au-dessous des ligatures; pressez-le ensuite avec les deux mains, en sorte

qu'il s'enfle d'un côté ; cela étant fait, faisissez-le avec la main gauche de manière que la partie gonflée ne puisse se déensfler ; & avec la droite (ayant eu soin d'abord de placer une chandelle à un pouce de distance ,) ouvrez-le subitement par le moyen d'un scalpel , & vous en verrez sortir une flamme en fort peu de secondes. Les curieux pourront tirer cette flamme non-seulement de l'estomac , mais aussi des intestins. On doit cette découverte à *André Vulparius* , Professeur d'Anatomie à Bologne en Italie 1669. Ainsi on voit qu'une agitation des esprits vive & violente , ou une fermentation des liqueurs dans l'estomac produit une flamme visible. *Pisano* a été témoin oculaire de l'opération rapportée ci-dessus.

On peut lire dans les Ephémérides d'Allemagne X^{me} année p. 53 de la continuation de Jean Christophe *Sturm* , que souvent dans les contrées septentrionales , il s'élève des flammes de l'estomac de ceux qui boivent abondamment des liqueurs fortes. Il y a 17 ans , dit l'Auteur , que trois Gentils-

hommes de Curlande dont je tairai les noms par bienséance , ayant bu par émulation des liqueurs fortes ; deux d'entr'eux moururent brulés & suffoqués par une flamme qui leur sortoit de l'estomac.

Le fameux Borelli dit qu'on lui a assuré qu'une femme vomissoit des flammes à l'instant de la mort : il ajoute , On peut voir dans *Bartolin de Luce & Eusebe de Nuremberg , Hist. Nat. peregr.* combien ces accidens sont arrivés souvent aux grands buveurs de vin & d'eau-de-vie. Il y est aussi rapporté qu'il sortit du feu des parties naturelles d'une femme.

Le Chancelier Bacon *Nat. Univ. Hist.* assure qu'il a vu le ventre d'une femme jetter des étincelles comme du feu. Il y a apparence qu'il s'éleveroit souvent de pareilles flammes de nos corps si l'humidité naturelle ne les étouffoit , comme le remarque *Lucrece , V. 868. Liv. IV. & 1065. Liv. VI.* De plus *Marcellus Donatus , Mirab. Hist. Medic. Lib. VI. cap. 4.* rapporte qu'*Albertus Krantzius* dit dans le *Liv. V. de son Histoire de Saxe* que

du tems de la guerre Chrétienne de Godefroi de Boulogne un grand nombre de personnes furent brûlées jusqu'aux entrailles d'un feu invisible, dans le territoire de Niverva ou Nivers, & que quelques-unes s'étant coupé un pied ou une main, qui commençoient à s'embraser, le mal n'alla pas plus loin. *Ezechiel de Castro* rapporte dans l'Ouvrage cité ci-dessus de *igne lambente*, l'exemple fameux d'*Alexandrinus Megetius*, Médecin, qui dit, qu'après avoir souffert de grandes douleurs, il lui sortit des vertebres des lombes un feu qui lui brûla les yeux, comme l'attestent *Simplicius* & *Phileseus*, témoins oculaires.

Après tous ces exemples qu'y a-t-il d'étonnant dans le cas de la Dame dont il s'agit ? son engourdissement, avant que de se mettre au lit, étoit l'effet d'une trop grande chaleur concentrée dans ses entrailles, qui arrêta la transpiration, qu'on évalue à 40 onces par nuit. Ses cendres trouvées à quatre pieds de distance de son lit sont une preuve évidente que par un instinct naturel elle se levoit pour se rafraichir, & qu'elle

alloit peut-être ouvrir une fenêtre.

Le sçavant Marquis Scipion Maffei a appris du Comte *Atimis de Gorizia* qui passa par *Cezena* peu de jours après cet accident ; que cette vieille Dame avoit coutume , lorsqu'elle se sentoit indisposée , de se frotter tout le corps avec de l'esprit-de-vin camphré , & peut-être qu'elle l'avoit fait précisément cette nuit. Cette circonstance importe peu , car il est certain que cet accident fut causé par la chaleur ou le feu interne , qui ayant été allumé dans les entrailles tendoit naturellement en haut , & trouvant cette voie plus facile & la matiere plus onctueuse & plus combustible , il laissa les jambes sans les endommager. Elles peuvent aussi avoir été garanties en se séparant du corps, dès que les tendons qui les attachent aux cuisses furent brûlés. Pour les cuisses elles étoient trop près de l'origine du feu pour en échapper. Il est certain que l'embrasement fut augmenté par l'urine & les excréments qui sont des matieres fort combustibles , comme on le voit par le Phosphore qu'on en tire. Galien, *Class. I. Lib. III. de Tem.*

péram. dit que la fiente d'un pigeon est suffisante pour mettre en feu une maison entiere. Et le sçavant Pere *Casati*, Jésuite, dans ses *Differt. Phys.* Part. II. p. 48 rapporte avoir entendu dire à une personne digne de foi, que le feu qui consuma la grande Eglise de Pise, venoit originairement des grandes quantités de fiente de pigeons * dont on se servoit depuis plusieurs années, & même depuis plusieurs siècles, pour bâtir sous la voute de cette Eglise. Après tout cela l'Auteur conclud que la Dame étoit sûrement debout lorsqu'elle a été réduite en cendres; & il se fonde principalement sur ce que le crane étoit tombé perpendiculairement entre ses jambes; & le derriere de la tête avoit été plus endommagé que le devant, tant à cause des cheveux & des nerfs qui y sont en plus grande quantité, que parce qu'il y a plusieurs ouvertures à la face, par lesquelles les flammes pouvoient s'échapper : comme il

* Cet effet est confirmé par Galien, *Lib. II. de Morb. diffim. cap. 2.* où il dit qu'il a vu de la fiente de pigeon s'allumer, lorsqu'elle étoit pourrie.

arriva du tems des Consuls Romains T. Gracchus & M. Juventius, lorsqu'il sortit des flammes de la gueule d'un taureau, sans que cet animal en fût incommodé, parce qu'elles ne rencontrèrent point de résistance.

Extrait d'une Brochure Angloise intitulée : *Le feu du Ciel brulant le corps du nomme Jean Hitchell, de Holnehurst, Paroisse de Christ-Church, dans le Comté de Southampton, le 26^{me} Juin, 1613* : Par Jean Hilliard. Imprimé à Londres, 1613.

Cet accident arriva de la maniere suivante. Le nommé Jean Hitchell, Charpentier, ayant travaillé le Samedi 26 Juin dernier, dans la maison de Jeanne Diane de Parly-Court, il se retira le soir chez lui après avoir fini son ouvrage qui l'avoit fort fatigué ce jour-là. S'étant mis au lit avec sa femme & son enfant, il vint au milieu de la nuit un éclair si violent, qu'une vieille femme nommée Agnès Russell, mere de la femme dudit Jean Hitchell ayant reçu, dit-elle, un terrible soufflet, s'éveilla & cria audit Jean Hitchell

chell & à sa femme de la secourir : mais ceux-ci ne répondant pas , la pauvre vieille femme sauta hors de son lit & vint réveiller sa fille qui sur le champ fut toute brulée d'un côté , & apperçut son mari & son enfant morts auprès d'elle. Dès que cette malheureuse femme vit son mari & son enfant finir leurs jours d'une manière si étrange , elle pensa bien moins au dangereux état où elle se trouvoit , qu'à chercher les moyens de leur donner quelque secours. C'est pourquoi , malgré tous les tourmens qu'elle souffroit , elle tira son mari hors du lit , enveloppé dans les couvertures. Elle fut alors obligée de le laisser à terre à cause de la violence du feu ; & il continua de brûler pendant l'espace de trois jours ou environ. Ce n'est pas qu'il y eût aucune apparence de feu à l'extérieur , mais on voyoit seulement une espece de fumée sortir de son corps , jusqu'à ce qu'il fut réduit en cendres ; à l'exception seulement de quelques restes de ses os qui furent jettés dans une fosse qui étoit près de là.

*Extrait du Registre de la Société Royale
du 8 & du 15 Novembre 1744, sur
la femme d'Ipswich qui fut trouvée
brûlée jusqu'à être réduite en cendres
le 10 Avril dernier.*

La premiere relation de cet accident extraordinaire étoit dans une lettre de M. R. Love à son frere M. Geo. Love, Apoticaire à Westminster, datée de Ipswich le 28 Juin 1744, présentée à la Société par le Président le 8 Novembre suivant ; M. Love dit , qu'il
« parut par les recherches du Couron-
« neur * faites à ce sujet , que cette
« femme étant montée avec sa fille
« pour se coucher, elle la quitta & des-
« cendit à demi-habillée ; & que le
« lendemain matin on trouva son corps
« entierement brûlé, étendu sur le foyer
« de la cuisine où il n'y avoit point de
« feu, avec le chandelier devant elle ,
« sans qu'il restât rien de la chandelle
« avec laquelle elle s'étoit embrasée ,
« & que sa fille ne pouvoit donner au-

* En Anglois *Coroner*, c'est un Officier chargé de faire des recherches sur les causes de mort violentes.

« cune raison de ce qu'elle étoit des-
 « cendue , à moins que ce ne fût pour
 « fumer une pipe. Mais elle dit qu'el-
 « le n'étoit point accoutumée à boire
 « des liqueurs spiritueuses. Les Jurés
 « mirent cette mort au nombre de cel-
 « les qui ont une cause violente.

Le 15 Nov. le Docteur Lobb com-
 muniqua deux lettres sur le même ac-
 cident, l'une de M. *Notcutt* Ministre à
Ipswich , à M. *Gibbons* , datée du 25
 Juillet 1744 ; & l'autre de M. *Gibbons*
 à un ami, datée du 2 Sept. suivant.

Ces relations s'accordent toutes deux
 dans les principales circonstances , &
 viennent l'une & l'autre de témoins
 oculaires , c'est-à-dire , de personnes
 qui étoient présentes , lorsqu'on trouva
 le corps brûlé. M. *Gibbons* sur-tout ,
 tient le détail de ce fait de la propre
 fille de cette femme , & de plusieurs
 autres personnes qui demeurent dans
 la même maison , & qui s'appellent
Boyden. Voici comme la chose s'est
 passée ; *Grace Pett* , femme d'un pê-
 cheur , de la paroisse de S. Clement à
Ipswich , âgée d'environ 60 ans , avoit
 coutume depuis quelques années de

descendre l'escalier tous les soirs à moitié deshabillée , pour fumer une pipe ou pour quelqu'autre raison particuliere. La fille qui couchoit auprès d'elle dormoit profondément , & ne s'aperçut de l'absence de sa mere que le lendemain matin 10 Avril 1744. En s'habillant elle trouva le corps de sa mere couché sur le côté droit & étendu sur le foyer , avec la tête contre la grille , & les jambes sur le pavé , paroissant comme un morceau de bois qui brule sans faire de flamme. Cette fille voulant éteindre l'embrasement avec deux verres d'eau , la fumée & l'odeur étouffa presque les voisins que ses cris avoient fait venir. Le tronc du corps étoit réduit en cendres & paroissoit comme un amas de charbons couverts de cendres blanches. La tête , les bras , les jambes , & les cuisses étoient aussi brulées.

On dit que cette femme avoit bu la veille beaucoup de liqueurs dans une réjouissance qui se faisoit au sujet d'une fille revenue de Gibraltar. Mais la difficulté est d'expliquer l'origine du feu dont elle a été consumée , car il

n'y en avoit point sous la cheminée , & la chandelle étoit brûlée jusques dans la bobèche du chandelier qui étoit devant elle ; les vêtemens d'un enfant posés à l'un de ses côtés , & un écran de papier de l'autre ne furent point du tout endommagés ; & quoique la graisse fondue eut tellement pénétré le foyer , qu'on ne pouvoit le nettoyer , cependant on observa que le plancher qui étoit de sapin n'étoit ni brûlé ni noirci. Il semble que ce feu venoit d'une cause intérieure , & non de l'embrasement de ses habits qui consistoient en une robe & un jupon de cotton.

F I N.

APPROBATION.

J'Ai lu par ordre de Monseigneur le Chancelier un Manuscrit traduit de l'Anglois , intitulé : *Traité de la Chaleur considérée Physiquement & Médicinalement avec des Observations sur la Construction & la Comparaison des Thermomètres.* & je n'y ai rien trouvé qui puisse en empêcher l'impression. A Paris ce 27 Août 1750.

J A U L T.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roy de France & de Navarre: A nos amés & feaux Conseillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra: **SALUT.** Notre amé Jean-Thomas Herissant Libraire à Paris, Adjoint de sa Communauté, Nous a fait exposer qu'il désirereroit faire imprimer & donner au Public, des Ouvrages qui ont pour titre, *L'Histoire Ecclésiastique de M. l'Abbé de Fleury, & Continuation, Traité du choix & de la Méthode des Etudes. Le Catéchisme Historique & son Abrégé. Les Mœurs des Israélites & des Chrétiens. Institution au Droit Ecclésiastique. Le droit des Maîtres & des Domestiques. Traité de la Chaleur considérée Physiquement & Médicinalement traduit de l'Anglois avec des Remarques par M. *** Docteur en Médecine.* S'il Nous plaisoit lui accorder nos Lettres de Privilege sur ce nécessaires. A CES CAUSES voulant favorablement traiter l'Exposant; Nous lui avons permis & permettons par ces Presentes de faire imprimer lesdits Ouvrages autant de fois que bon lui semblera, & de les vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le tems de dix années consecutives, à compter du jour de la date des Presentes. Faisons défenses à tous Imprimeurs, Libraires, & autres personnes de quelque qualité

& condition qu'elles soient d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéissance : comme aussi d'imprimer, ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire lesdits Ouvrages, ni d'en faire aucuns Extraits sous quelque prétexte que ce soit d'augmentation, correction, changement ou autres sans la permission expresse & par écrit dudit Exposant, ou de ceux qui auront droit de lui ; à peine de confiscation des Exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers audit sieur Exposant, ou à celui qui aura droit de lui, & de tous dépens, dommages & intérêts ; à la charge que ces Présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impression desdits Ouvrages sera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en bon papier & beaux caractères, conformément à la feuille imprimée & attachée pour modèle sous le contre-scel desdites Présentes, que l'Impétrant se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725 : qu'avant de les exposer en vente, les Imprimés & Manuscrits qui auront servi de copie à l'impression desdits Ouvrages seront remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée à nos mains de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier de France, le Sieur DE LAMOIGNON, & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires de chacun dans notre Biblio-

24. *fra*
theque publique , un dans celle de notre Châ-
teau du Louvre , & un dans celle de notre très-
cher & féal Chevalier Chancelier de France :
le Sieur DELAMOIGNON , & un dans celle de
notre très cher & féal Chevalier Garde des
Sceaux de France, le sieur DE MACHAULT,
Commandeur de nos Ordres ; Le tout à peine
de nullité des Présentes ; du contenu desquel-
les vous mandons & enjoignons de faire jouir
ledit Exposant , & ses ayans cause , pleine-
ment & paisiblement , sans souffrir qu'il leur
soit fait aucun trouble ou empêchement. Vou-
lons que la copie des Présentes qui sera im-
primée tout au long au commencement ou à
la fin desdits Ouvrages , soit tenue pour dû-
ment signifiée , & qu'aux copies collationnées
par l'un de nos amés & féaux Conseillers-Sé-
crétaires foi soit ajoutée comme à l'original ;
Commandons au premier notre Huissier ou
Sergent sur ce requis , de faire pour l'exécu-
tion d'icelles tous actes requis & nécessaires ,
sans demander autre permission & nonobstant
clameur de Haro , Charte Normande & Let-
tres à ce contraire : car tel est notre plaisir.
Donné à Arnouville le vingt-cinquième jour
du mois de Juin l'an de grace 1751. & de notre
Régne le trente-sixième. Par le Roy en son
Conseil. SAINSON.

*Registré sur le Registre XII. de la Chambre Roya-
le des Libraires & Imprimeurs de Paris N°. 616.
fol. 481. conformément aux anciens Reglemens
confirmés par celui du 28 Février 1723. A Paris
le 2 Juillet 1751.*

LE GRAS, Syndic.

40
94

